

バングラデシュ人民共和国

バングラデシュ測量局

バングラデシュ人民共和国

GNSS 連続観測点及び験潮所整備計画

協力準備調査報告書

平成 30 年 10 月

(2018 年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社

株式会社パスコ

基盤
CR (1)
18-097

バングラデシュ人民共和国

バングラデシュ測量局

バングラデシュ人民共和国

GNSS 連続観測点及び験潮所整備計画

協力準備調査報告書

平成 30 年 10 月

(2018 年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社

株式会社パスコ

序 文

独立行政法人国際協力機構は、バングラデシュ人民共和国の GNSS 連続観測点及び験潮所整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を国際航業株式会社、株式会社パスコで構成される共同企業体に委託しました。

調査団は、平成 30 年 1 月から平成 30 年 8 月までバングラデシュの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 30 年 10 月

独立行政法人国際協力機構
社会基盤・平和構築部
部長 安達 一

要 約

1. 国の概要

バングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ」）の国土面積は14.7万km²と日本の4割程度であるが、多くの人口（1億6,175万人、2017年1月時点、バングラデシュ統計局）を抱えている。宗教はイスラム教徒が88.4%を占め、その他はヒンズー教徒、仏教徒、キリスト教徒である（2016年、バングラデシュ統計局）。

バングラデシュは二度の独立（1947年、1971年）を経て1990年に民主化へ向けた道筋がつけられ、一部期間を除いて基本的に5年ごとに総選挙が実施されてきている（1991年、1996年、2001年、2008年、2014年）。バングラデシュ民族主義党（Bangladesh Nationalist Party、以下「BNP」）とアワミ連盟のいずれかが政権を交互に担う歴史を辿ってきたが、2009年に誕生したハシナ・アワミ連盟政権は、2014年の総選挙でBNP率いる野党18連合がボイコットしたこともあり、圧勝して二期目を迎えている。

国民一人あたりの国内総生産（Gross Domestic Product、以下「GDP」）は1,538アメリカドル（U. S. Dollar、以下「USD」）（2017年度、バングラデシュ統計局）、成長率は7.24%（2017年度、バングラデシュ統計局）である。労働人口市場は、農業：48.1%、サービス業：37.4%、鉱工業：14.6%（2010年度、バングラデシュ財務省）と第一次産業が多数を占めるが、GDP内訳は、サービス業：53.1%、工業・建設業：31.5%、農林水産業：15.4%（2016年度暫定値、バングラデシュ中央銀行）と第三次産業が中心である。

2017年度の経済成長率について、政府発表によれば経済成長の3本柱である輸出、海外労働者送金、農業セクターのうち、縫製品輸出及び海外労働者送金は対前年度比減となったが、農業セクターは安定的に成長した。また、海外からの投資促進のため、電力・道路等の基礎インフラの整備が急務とされている。

バングラデシュの財政は慢性的な赤字となっており、これを外国援助と国内銀行借入等で補填する構造となっている。これは、主に政府の徴税能力及び歳入基盤の脆弱性、また非効率な国有企業に対する財政による赤字補填に起因している。予算は主に一般予算（Revenue Budget）と年次開発予算（Annual Development Programme）により構成され、2018年度予算案では全体の29.3%が社会開発、31.7%がインフラ構築事業にあてられている。社会開発分野においては、主に人間開発（26.1%）に、また、インフラ構築分野においては、農業・農村開発（13.0%）、運輸（11.9%）、電力・エネルギー（5.2%）に優先的に配分されている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

第7次五か年計画（2016～2020年）に明記されているように、急激な発展を遂げつつあるバングラデシュにとって、土地管理は喫緊の課題となっている。特に人口の集中する都市部では

開発に伴う急激な都市化により、中心部のみならず郊外でも土地代の急騰が見られるため、都市開発・都市計画に向けた基盤情報とできるよう、精度が高く効率的な地籍測量の実現が望まれている。他方、都市部及び周辺地域においては、道路等のインフラ開発が活発である。加えて、地方・農村においても、小規模な道路、橋梁、灌漑等のインフラ開発が活発に行われており、測量の効率化が大きく期待されている。

かかる状況に鑑み、2015年9月、バングラデシュ政府は我が国に対して電子基準点の調達(70点。サーバー、データ処理ソフト、太陽光発電設備等を含む)、験潮所の整備(2点。栈橋、データ伝達システム、太陽光発電設備等を含む)、ソフトコンポーネントの実施を要請した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

バングラデシュ政府の要請を受け、独立行政法人国際協力機構(Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」)は、バングラデシュの全球測位衛星システム(Global Navigation Satellite System、以下「GNSS」)連続観測点及び験潮所整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、第一次現地調査(2018年1月20日～2月9日)において、以下の内容を確認した。

- 精度が高く効率的な測量を実現するため、電子基準点の整備が要請された。うち、屋上設置型の電子基準点は約70点(テクニカルノートにより73点)である。電子基準点は、主としてGNSS測量(リアルタイムキネマティック(Real-time Kinematic、以下「RTK」)測量、スタティック測量)に活用される。なお、落雷による故障等の不測の事態に対応できるよう、GNSS受信機(通信ルーターを含む)については、代用機が要請された。長期間にわたって観測の欠損が出ることは避けることが望ましいため、代用機も協力対象に含めることを検討することとした。
- 地盤が軟弱で建築物建設や電子基準点の常設が難しい南部沿岸地域をカバーするため、また、チョットグラム丘陵地帯等、機材据付け候補地が存在しないために電子基準点の密度が低くなる地域をカバーする(当初の配点計画では配点密度が低くなっている地域に対して追加で配点する)ため、可搬式電子基準点の調達が要請された。
- 電子基準点のデータを管理するデータセンターについて、電子基準点増設に伴うデータ量増加に対応するため、サーバー、ソフト等の調達が改めて要請された。
- 験潮所について、南部チョットグラムに既存の施設・機材を有しているものの、バングラデシュ側は平均海面を正確に測定するためには2点を追加する必要があるとして、験潮所の整備を日本側に要請してきた。議論の結果、バングラデシュ側は2点の追加整備を本プロジェクトに含まないことに同意したが、既存チョットグラム験潮所の近代化(データ収集の自動化及びオンライン接続)を要請してきた。現在は、SOB職員が1回/月の頻度でデータを人手で回収しているため、機材の不具合や特異値が発生した場合

にリアルタイムに状況が把握できないために発見が遅れ、欠測機関が長引くこと、また、洪水対策等に平均海面データを活用するためにはリアルタイムでの状況把握が必要なことから、データ通信機材を設置したいとの意向を有している。

この結果を踏まえ、第二次現地調査（2018年3月18日～3月23日）、第三次現地調査（2018年5月12日～6月1日）を行い、国内解析を経て協力対象事業を以下のとおりとした。

協力対象事業

項目	内容
機材調達	屋上設置型電子基準点システムの調達
	可搬型電子基準点システムの調達
	電子基準点管理システムの調達
	験潮儀システムの調達
機材据付等	調達対象機材の据付、初期操作指導、運用指導
技術指導	ソフトコンポーネント

機材計画（調達、据付）、技術指導（ソフトコンポーネント）計画の妥当性について検証を行い、計画内容を策定したのち、第四次現地調査（2018年8月11日～8月17日）において概略設計案の現地説明を行った。

機材計画、ソフトコンポーネント計画の概略は以下のとおりである。

機材計画の概要

機材名称		数量	目的
屋上設置型 電子基準点 システム	電子基準点ユニット	73 システム	測位衛星から信号を受信し、電子基準点管理システムにデータを送信する。公共建築物屋上に常設する。
	太陽光発電ユニット		
可搬型 電子基準点 システム	電子基準点ユニット	2 システム	衛星から信号を受信し、電子基準点管理システムにデータを送信する。常設が困難な地域での臨時観測等に用いる。
	太陽光発電ユニット		
電子基準点 管理システム	データセンターユニット	1 システム	電子基準点から受信した観測データを受信・蓄積し、運用する。
	ソフトウェア		
験潮儀 システム	水位計ユニット	1 システム	海面の潮位変化を計測し、潮位データを収集・処理・配信する。
	データ記録・送信ユニット		
	太陽光発電ユニット		
	データセンターユニット		
	ソフトウェア		

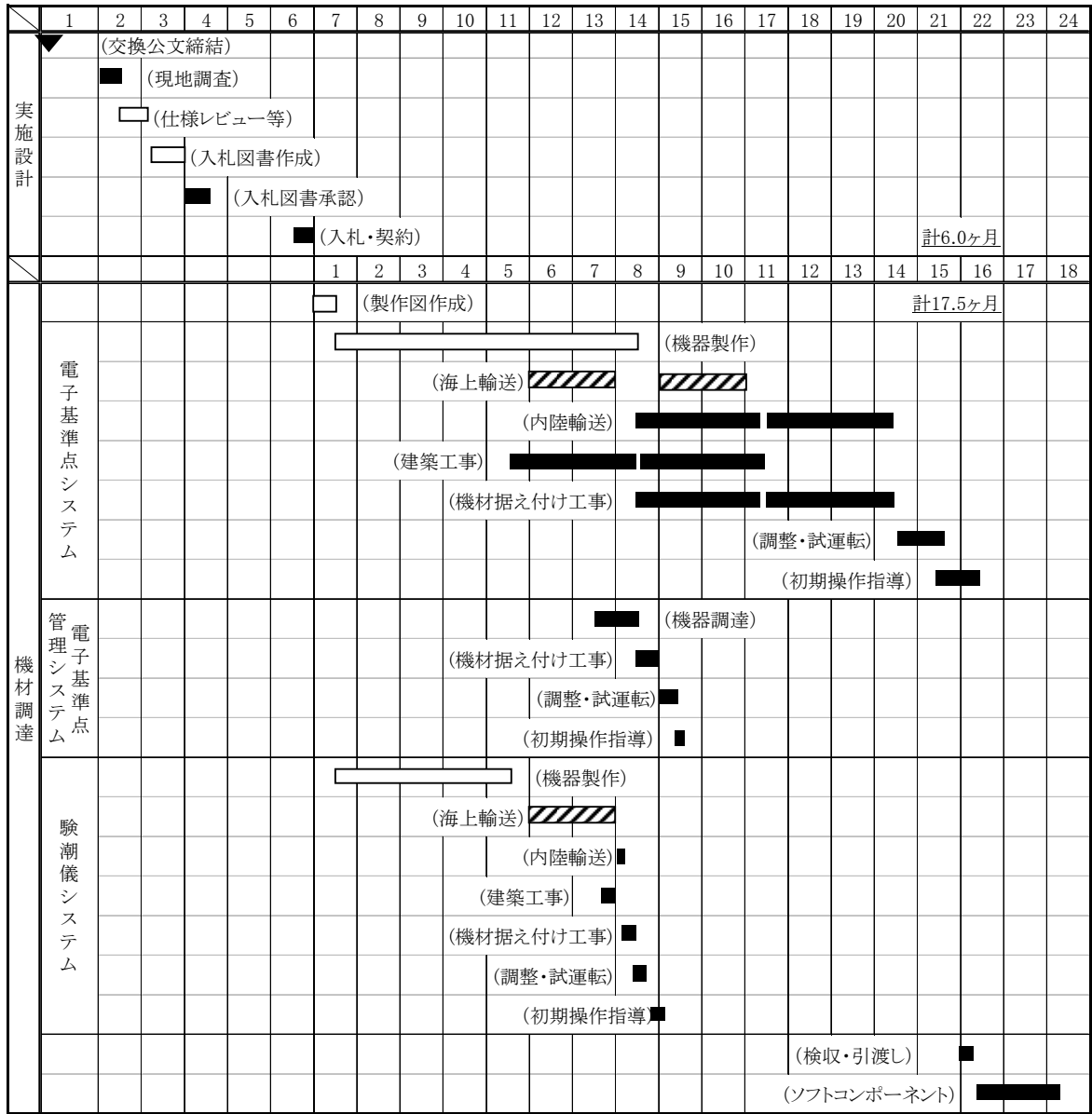
ソフトコンポーネント計画の概要

成果・活動	活動内容
成果 1	可搬型電子基準点設置等を含めた電子基準点ネットワークシステムの運用を開始・継続することができる
- 活動 1	可搬型電子基準点設置・システム初期設定に係る技術指導
- 活動 2	基線解析ソフトを用いた座標決定作業に係る技術指導
成果 2	験潮所の観測データの連続性を確保することができる
- 活動 3	並行観測による器差特定を行うための技術指導
成果 3	ネットワーク型 RTK 測量用データの配信と、ネットワーク型後処理キネマティック測量用のデータを継続的に適切な品質で提供できる
- 活動 4	観測データの配信とユーザー対応のための技術指導
成果 4	公共セクター及び民間セクターにおいて、電子基準点データの利活用促進を図ることができる
- 活動 5	配信データの精度検証及びユーザーに対する技術講習を実施し、利活用を促進するための技術指導
- 活動 6	電子基準点の利活用の普及・促進のための広報に係る技術指導

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの実施設計、機材調達に係る実施工程は、以下のとおりである。

プロジェクトの工期



□ : 国内作業 ■ : 現地作業

本プロジェクトを実施する場合に必要な事業費総額は、14.41億円(日本側12.34億円、
 バングラデシュ側2.07億円)となる。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本プロジェクトは、バングラデシュ全土において高精度で効率的な測量・地図作成を可能にし、インフラ整備の効率化を実現するとともに、地理空間情報のデジタル化・高度活用のための基盤を整備するものである。バングラデシュ全国民が受益可能な経済成長の加速化に寄与するものと期待される。したがって、本プロジェクトの実施により、多数の貧困層を含むバングラデシュ一般国民が裨益するものと期待できる。

また、本プロジェクトは第7次五か年計画及びデジタルバングラデシュに大きく貢献する事業と位置付けることができ、バングラデシュの長期計画に資すると期待できる。

加えて、本プロジェクトは、バングラデシュに対する我が国の国別援助方針における重点分野の一つ「中所得国家に向けた、すべての人が利益を享受する経済成長の加速化」に関連した「経済インフラ整備」に合致している。

なお、我が国は2018年時点で複数の円借款を実施中であるが、既にインフラ開発プロジェクトで電子基準点を活用した実績がある。具体的には、クロスボーダー道路網整備事業準備調査、ダッカ都市交通整備事業、マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（うちアクセス道路建設）等の測量業務で使用されており、今後も継続してインフラ開発プロジェクトで活用されていくと考えられる。

このように、本プロジェクトは我が国の援助方針や動向と整合したものである。

(2) 有効性

本プロジェクトの実施により、以下のような定量的効果が期待できる。

プロジェクトの定量的効果

指標名	基準値 (2018年)	目標値 (2023年) (事業完成3年後)
電子基準点の利用が増加する	ユーザー数 (すべての分野) : 10 ユーザー 測量分野以外での利用 : 1 分野	280 ユーザー 5 分野
電子基準点の故障率が減少する	年間故障発生率 : 約 7%	3%
RTK 測量可能範囲が拡大する	測量可能な面積 : 17,000 km ² (国土面積の約 12%)	141,000 km ² (国土面積の約 96%)

また、定性的な効果としては、以下があげられる。

- 測量に係るユーザー満足度（測量に要する時間、精度等）が上昇する。
- 地理空間情報が効率的に作成できるようになる。
- 潮位に係る高度な利用（気象、海象の影響による異常な潮位変化の検出、除去）が実施されるようになる。
- 農業機械の自動運転等、位置情報を利用したサービスが充実する。

(3) 結論

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

和文報告書目次

序	文
要	約
目	次
位	置
写	真
図	表
略	語
リ	ス
ス	ト
集	

第1章	プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1	現状と課題.....	1-1
1-1-2	開発計画.....	1-2
1-1-3	社会経済状況.....	1-4
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-5
1-3	我が国の援助動向.....	1-1 1
1-4	他ドナーの援助動向.....	1-1 1
第2章	プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1	組織・人員.....	2-1
2-1-2	財政・予算.....	2-3
2-1-3	技術水準.....	2-4
2-1-4	既存施設・機材.....	2-5
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-8
2-2-1	関連インフラの整備状況.....	2-8
2-2-2	自然条件.....	2-1 2
2-2-3	環境社会配慮.....	2-2 0
2-3	その他.....	2-2 0
2-3-1	地球規模の測地基準座標系に関する国連総会決議.....	2-2 0
2-3-2	携帯電話の電波障害.....	2-2 1
2-3-3	再生可能エネルギー利用.....	2-2 2
2-3-4	座標系.....	2-2 3

目次

第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-2	基本計画（機材計画）	3-1 2
3-2-3	概略設計図	3-3 2
3-2-4	調達計画	3-3 4
3-2-4-1	調達方針	3-3 4
3-2-4-2	調達上の留意事項	3-3 5
3-2-4-3	調達・据付区分	3-3 6
3-2-4-4	調達監理計画	3-3 7
3-2-4-5	品質管理計画	3-3 9
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-4 0
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-4 3
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-4 4
3-2-4-9	実施工程	3-4 5
3-3	相手国分担事業の概要	3-4 6
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-4 7
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-5 0
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-5 0
3-5-2	運営・維持管理費	3-5 1
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3	外部条件	4-2
4-4	プロジェクトの評価	4-2
4-4-1	妥当性	4-2
4-4-2	有効性	4-3
4-4-3	結論	4-4

資料



位置図

写 真



写真-1 既存電子基準点
 バングラデシュの主要都市6箇所に既存の電子基準点が設置され、基準点測量等に活用されている。



写真-2 プロジェクトサイト
 「屋上設置型電子基準点システム」は、衛星信号の受信に影響が生じないように建築物屋上に設置する。



写真-3 プロジェクトサイト
 「験潮儀システム」は、チョットグラムの験潮所に設置される。機材は比較的良好に維持管理されているものの、交換部品や消耗品の入手が困難になっている。



写真-4 プロジェクトサイト
 既存のシステムでは、験潮データはダッカから職員が出向いて回収する。機材に不具合があった場合には、発見が遅れ、欠測期間が長引くことがある。



写真-5 プロジェクトサイト
 ダッカのSOB ミルプール庁舎内に、「電子基準点管理システム」が設置される。



写真-6 プロジェクトサイト
 「電子基準点管理システム」が設置されるSOB ミルプール庁舎内のサーバー室は、空調設備や電源等を備えている。

図表リスト

表 1.1	「デジタルバングラデシュ」の基本的なコンセプト	1-3
表 1.2	要請内容の変更状況	1-6
表 1.3	我が国の援助動向（地理空間情報）	1-11
表 2.1	SOB の年間一般予算と支出（単位：BDT）	2-3
表 2.2	SOB の予算案（一般予算、単位：BDT）	2-3
表 2.3	トリンプル社 NetR9 の性能	2-7
表 2.4	屋上設置型電子基準点システムのプロジェクトサイト	2-10
表 2.5	月別最高気温（2006 年～2017 年の平均値）（単位：℃）	2-12
表 2.6	月別平均湿度（2006 年～2017 年の平均値）（単位：%）	2-13
表 2.7	月間降水量（2006 年～2017 年の平均値）（単位：mm）	2-14
表 2.8	バングラデシュで発生した主要なサイクロン	2-14
表 2.9	バングラデシュで発生した主要な竜巻	2-16
表 2.10	月別最大風速（2006 年～2017 年の最大値）（単位：m/s）	2-17
表 2.11	落雷発生回数（2006 年～2017 年の平均値）	2-17
表 2.12	バングラデシュ（周辺含む）において発生した地震	2-18
表 2.13	SOB が管理する基準点	2-23
表 3.1	協力の範囲	3-2
表 3.2	調達機材一覧表	3-12
表 3.3	屋上設置型電子基準点システム・電子基準点ユニットの仕様	3-13
表 3.4	概算の GNSS 観測データ量（推定）	3-15
表 3.5	管区毎の設計基準風速	3-16
表 3.6	屋上設置型電子基準点システム・太陽光発電ユニットの仕様	3-17
表 3.7	屋上設置型電子基準点システムの消費電力	3-17
表 3.8	管区別予想発電量一覧表	3-18
表 3.9	可搬型電子基準点システム・電子基準点ユニットの仕様	3-19
表 3.10	可搬型電子基準点システム・太陽光発電ユニットの仕様	3-20
表 3.11	電子基準点管理システム・データセンターユニットの役割	3-21
表 3.12	電子基準点管理システム・データセンターユニットの仕様	3-21
表 3.13	電子基準点管理システム・ソフトウェアの仕様	3-27
表 3.14	験潮儀システム・水位計ユニットの仕様	3-28
表 3.15	験潮儀システム・データ記録・送信ユニットの仕様	3-30
表 3.16	験潮儀システム・太陽光発電ユニットの仕様	3-30
表 3.17	験潮儀システム・データセンターユニットの仕様	3-31

図表リスト

表 3.18	験潮儀システム・ソフトウェアの仕様	3-31
表 3.19	概略設計図	3-32
表 3.20	調達・据付区分	3-37
表 3.21	コンサルタントの調達監理要員	3-38
表 3.22	機材の現場試験項目と実施時期	3-39
表 3.23	輸送手段及び経路	3-42
表 3.24	SOB の運営・維持管理上の課題	3-44
表 3.25	期待されるソフトコンポーネントの成果	3-44
表 3.26	ソフトコンポーネントの活動内容と規模	3-44
表 3.27	事業実施工程表	3-45
表 3.28	SOB の現状の運営・維持管理体制	3-48
表 3.29	運営維持管理計画	3-48
表 3.30	日本側負担経費	3-51
表 3.31	バングラデシュ側負担経費	3-51
表 3.32	運営・維持管理費用の概算（単位：千 BDT）	3-52
表 3.33	主要機材の想定耐用年数	3-53
表 4.1	事業実施のための前提条件	4-1
表 4.2	プロジェクトの定量的効果	4-3
図 1.1	電子基準点配点計画（基準点周囲半径 30km 範囲）	1-8
図 1.2	電子基準点配点計画（基準点周囲半径 40km 範囲）	1-9
図 2.1	国防省（Ministry of Defence）の組織図	2-1
図 2.2	SOB の組織図	2-2
図 2.3	月別最高気温（2006 年～2017 年の平均値）（単位：℃）	2-13
図 2.4	平均湿度（2006 年～2017 年の平均値）（単位：%）	2-13
図 2.5	月間降水量（2006 年～2017 年の平均値）（単位：mm）	2-14
図 2.6	月別最大風速（2006 年～2017 年の最大値）（単位：m/s）	2-17
図 2.7	落雷発生回数（2006 年～2017 年の平均値）	2-18
図 3.1	RTK 方式とネットワーク型 RTK 方式との比較	3-3
図 3.2	電子基準点（CORS）の構成	3-4
図 3.3	プロジェクト完了後の電子基準点ネットワーク構成図	3-5
図 3.4	験潮所機材構成	3-7
図 3.5	屋上設置型電子基準点システム・機材レイアウト例（平面図・立面図）	3-33
図 3.6	験潮儀システム・機材レイアウト例（平面図・立面図）	3-33

略語集

略称	英語名	日本語名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
B/A	Banking Arrangement	銀行取極
BDT	Bangladeshi Taka	バングラデシュ・タカ
BIWTA	Bangladesh Inland Water Transport Authority	バングラデシュ内航水運公社.
BMD	Bangladesh Meteorological Department	バングラデシュ気象局
BNBC	Bangladesh National Building Code	バングラデシュ建設基準
BNP	Bangladesh Nationalist Party	バングラデシュ民族主義党
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水開発庁
CAL	Client Access License	クライアントアクセス ライセンス
CORS	Continuously Operating Reference Station	連続観測点
DB	Data Base	データベース
DMZ	DeMilitarized Zone	非武装地帯
DPP	Development Project Proposal	開発計画提案書
DRGA	Debt Relief Grant Assistance	債務削減無償
ECNEC	Executive Committee for National Economic Council	国家経済評議会執行委員会
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
G/A	Grant Agreements	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GL	Ground Level	地盤高さ
GLONASS	GLObal NAVigation Satellite System	GLONASS (衛星測位システムの一つ)
GOB	The Government of Bangladesh	バングラデシュ国政府
GOJ	The Government of Japan	日本国政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GR	Gratuitous Relief	無償救済
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	ハイパーテキスト トランスファープロトコル
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure	ハイパーテキストトランスフ ァープロトコルセキュア
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IGS	International GPS Service	国際 GPS サービス
IOC	Inter-governmental Oceanographic Commission	政府間海洋学委員会
IP	Internet Protocol	インターネットプロトコル
ISP	Internet Service Provider	インターネットサービス

略称	英語名	日本語名
		プロバイダ
IWM	Institute of Water Modeling	水モデリング研究所
JDCF	Japan Debt Cancellation Fund	債務削減相当資金
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
L/C	Letter of Credit	信用状
KVM	Keyboard, Video and Mouse	キーボード、ビデオ、マウス等
LTE	Long Term Evolution	LTE（通信規格の呼称）
LTO	Linear Tape-Open	リニアテープオープン
MDG	Millennium Development Goal	国連ミレニアム開発計画
MD	Minutes of Discussions	協議議事録
MMS	Mobile Mapping System	モバイルマッピングシステム
NSDI	National Spatial Data Infrastructure	国土空間データ基盤
OS	Operating System	オペレーティングシステム
PC	Personal Computer	パーソナルコンピューター
PWD	Public Works Department	公共事業局
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System	準天頂衛星システム
RTK	Real-time Kinematic	リアルタイムキネマティック
SAN	Storage Area Network	ストレージエリア ネットワーク
SOB	Survey of Bangladesh	バングラデシュ測量局
TFT	Thin Film Transistor	薄膜トランジスタ
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USD	U. S. Dollar	アメリカドル
VAT	Value-Added Tax	付加価値税
VPN	Virtual Private Network	バーチャルプライベート ネットワーク
WGS	World Geodetic System	世界測地系
4G	4th Generation	第4世代移動通信システム

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 測量に係る現状と課題

第7次五か年計画（2016～2020年）に明記されているように、急激な発展を遂げつつあるバングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ」）にとって、土地管理は喫緊の課題となっている。特に人口の集中する都市部では開発に伴う急激な都市化により、中心部のみならず郊外でも土地代の急騰が見られるため、都市開発・都市計画に向けた基盤情報とできるよう、精度が高く効率的な地籍測量の実現が望まれている。

他方、都市部及び周辺地域においては、道路等のインフラ開発が活発である。加えて、地方・農村においても、小規模な道路、橋梁、灌漑等のインフラ開発が活発に行われており、測量の効率化が大きく期待されている。

こうした事情を背景に、バングラデシュ測量局（Survey of Bangladesh、以下「SOB」）は高精度かつ効率的な測量・地図作成を可能とする電子基準点¹の試験的導入を2011年に決定し、2018年2月現在、ダッカ、チョットグラム等の大都市において6点に設置・運用している。政府機関や大手の民間建設コンサルタントや測量会社は、設置された既存6点の電子基準点をインフラ開発・工事の基準点測量²やリアルタイムキネマティック（Real-time Kinematic、以下「RTK」）測量³に利用し、測量の効率化を目指している。しかしながら、観測点数が少なく点間距離が150km以上と長いため、現在は電子基準点6点の近傍でのみ実用に耐えうる精度での測量が実現されているに過ぎない。基準点測量に要する時間を短縮することができ、迅速に地物を計測することができるため、大都市及び周辺部のみならず、バングラデシュ全土において電子基準点を活用して精度の高い効率的な測量を実現することが求められている。こうした課題の解決に資するためには、電子基準点の増設による電子基準点ネットワークの構築が必要である。

(2) 標高計測に係る現状と課題

標高計測にあたっては、測地学における地球の形状を示す精密な重力等ポテンシャル面（ジオイド）データの整備が必要であり、その基準として平均海面を決定することが不可欠である。バングラデシュの平均海面はチョットグラム験潮所の観測データに基づき決定されており、同験潮

¹ 全球測位衛星システム（GNSS）衛星からの電波を受信するアンテナ、受信機、通信用機器等から構成される。測量等への利活用が可能である。（出典：国土地理院の解説を参考とした）

² 位置の基準を設ける測量で、正確な位置（緯度、経度、標高）を求める。（出典：国土地理院の解説を参考とした）

³ 固定局の観測データや位置情報を移動局に転送して解析処理することで、移動局の位置を決定する。転送は無線や携帯電話で行い、ほぼリアルタイムに測量を行うことができる。（出典：地理空間情報技術ミュージアムの解説を参考とした）

所の機材は比較的良好に維持管理されているものの、1993年の供用開始から11年経た2004年に故障したデジタル式レコーダを交換し、さらに14年を経て交換部品や消耗品の入手が非常に困難になっている。今後の継続的な利用を実現するためには、こうした交換部品や消耗品が調達可能な機材に更新することが必要な状況である。

また、ダッカからの出張によりSOB職員がデータを回収しているものの、その頻度が1回/月であることから験潮記録の異常が生じた際に対応が遅れ、欠測期間が長引く恐れがある。欠測期間を可能な限りなくすためにも、データをリアルタイムに入手・監視できるシステムとすることが求められる。

(3) 地理空間情報の利活用に係る現状と課題

我が国を含めた世界各国と同様に、農業機械や建設機械の自動運転に向けた活用、物流の効率化に向けた活用、測量の効率化のための活用等、急速な発展を遂げつつあるバングラデシュでは電子基準点利活用の潜在的なニーズが高いと思われる。しかしながら、電子基準点の利活用は、政府機関、民間測量会社等、非常に限定的である。SOBは利活用のニーズを十分に把握できていないため、電子基準点利用に関し、広く情報発信して周知・普及させることが求められる。

1-1-2 開発計画

(1) 第7次五か年計画（2016～2020年）

本プロジェクトの実施により、第7次五か年計画（7th Five Year Plan, FY2016-FY2020）に掲げている重点政策のうち、1) 土地管理・運用の効率化、2) インフラ開発戦略、3) デジタルバングラデシュの実現に大きく資すると考えられる。また、間接的・中長期的には4) 気候変動対策、災害対策、5) 環境保全、森林保全、生物多様性保全、6) 観光開発戦略、7) 海洋資源・河川資源運用戦略、8) 農業分野開発戦略に資すると考えられる。

(2) デジタルバングラデシュ

2009年に発足した第2期ハシナ政権は、独立50周年にあたる2021年までに中所得国になることを目標とする「ビジョン2021」を掲げ、全国の情報通信技術（Information and Communication Technology、以下「ICT」）化を目指す「デジタルバングラデシュ」を標榜し、社会・経済開発に取り組んでいる。本政策は、行政の透明性と効率性の向上を目指す電子政府、ICT活用の経済成長策、ICT人材の育成等から構成されている。

デジタルバングラデシュには、地理情報システム（Geographic Information System、以下「GIS」）や全球測位衛星システム（Global Navigation Satellite System、以下「GNSS」）技術を活用する農業・防災分野のアクションプランがあげられている。

表 1.1 「デジタルバングラデシュ」の基本的なコンセプト

項目	概要
人材開発 (Human Resource Development)	「デジタルバングラデシュ」実現には、高度な ICT 技術を持った人材が必要であり、その人材育成、開発を行う。あわせて、ICT 技術 (e-learning) を活用した教育も実施する。
国民との接続 (Connecting Citizen)	貧富の差、識字能力の有無、都市・農村の居住場所を問わず、全ての国民に対して「デジタルバングラデシュ」へのアクセスを確保する。国民が「デジタルバングラデシュ」から持続的な恩恵を得て、政策の情報公開に資する。
貧困者に優しい 電子政府サービス (Digital Government for Pro-Poor Services)	国民の生活スタイルに合わせた電子市民サービスと電子市民サービスを行き届ける電子行政の2つのコンポーネントから構成される。教育、保健、農業、社会保障等が優先される。
ビジネス分野の ICT 政策 (ICT in Business)	ビジネス分野では、ア) 電子商取引、電子入札等の新しい市場へのアクセス、イ) 「デジタルバングラデシュ」を支援するための ICT セクターの育成、促進、ウ) ICT 分野の輸出セクターとしての育成を掲げ、外貨獲得に貢献することを目指す。

出典：Vision 2021

(3) 開発計画と本プロジェクトとの関連、期待される役割

SOB は、日本政府の債務救済無償見返り資金を活用して、デジタルマッピングの改善を行うため、Improvement of Digital Mapping System (以下「IDMS」)を2007年から開始し、現在まで実施中である。バングラデシュの第7次五か年計画(2016~2020年)では、これまでの実績や技術の定着を踏まえて、デジタルマッピングシステムの改善を主要実績の一つとしている。

また、SOB は、同債務救済無償見返り資金の一部を活用して、2008年に測量と地図作成に関する外国専門家の短期コンサルティングサービスの提案を求め、応札したフランスのIGNインターナショナル社により SOB の主な活動に関するレビューを目的とした調査が行われた。その結論として、最低6点の電子基準点を整備すること、他機関の験潮所を含めた測量により標高基準を再整備すること、既存一次網の国際地球基準座標系(International Terrestrial Reference Frame、以下「ITRF」)2005への変換を行うことが提案されている。この提案のうち、電子基準点整備の提案が SOB により採用され、2011年末に6点の電子基準点が設置された。

SOB は、IDMS の順調な進捗を受け、国土空間データ基盤(National Spatial Data Infrastructure、以下「NSDI」)の構築の検討を開始した。これを受け、2013年から我が国は、技術協力「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクト(NSDI構築支援)」を実施中である。これまでに、地理空間情報の整備・更新、地形図の利活用に係る技術移転、第三国との比較を含めた法制度の状況調査、電子基準点の整備を含めて、NSDIの構築に係るロードマップ(案)を作成するための支援を行った。

このように、本プロジェクトの実施機関である SOB は、バングラデシュ国の国家測量・地図作成機関として、長年にわたり国家の基準となる測地網及び地理空間情報の整備・維持管理を行っ

てきており、我が国との関係も良好である。現在のバングラデシュは、急速な経済成長を背景に基礎インフラの整備、サイクロンや洪水等の自然災害対策立案といった課題を抱えており、SOBは測量や地図作成の正確かつ効率的な実施に貢献することが大きく期待されている。

1-1-3 社会経済状況

バングラデシュの国土面積は14.7万km²と日本の4割程度であるが、多くの人口（1億6,175万人、2017年1月時点、バングラデシュ統計局）を抱えている。宗教はイスラム教徒が88.4%を占め、その他はヒンズー教徒、仏教徒、キリスト教徒である（2016年、バングラデシュ統計局）。

バングラデシュは二度の独立（1947年、1971年）を経て1990年に民主化へ向けた道筋がつけられ、一部期間を除いて基本的に5年ごとに総選挙が実施されてきている（1991年、1996年、2001年、2008年、2014年）。バングラデシュ民族主義党（Bangladesh Nationalist Party、以下「BNP」）とアワミ連盟のいずれかが政権を交互に担う歴史を辿ってきたが、2009年に誕生したハシナ・アワミ連盟政権は、2014年の総選挙でBNP率いる野党18連合がボイコットしたこともあり、圧勝して二期目を迎えている。

国民一人あたりの国内総生産（Gross Domestic Product、以下「GDP」）は1,538アメリカドル（U. S. Dollar、以下「USD」）（2017年度⁴、バングラデシュ統計局）、成長率は7.24%（2017年度、バングラデシュ統計局）である。労働人口市場は、農業：48.1%、サービス業：37.4%、鉱工業：14.6%（2010年度、バングラデシュ財務省）と第一次産業が多数を占めるが、GDP内訳は、サービス業：53.1%、工業・建設業：31.5%、農林水産業：15.4%（2016年度暫定値、バングラデシュ中央銀行）と第三次産業が中心である。

2017年度の経済成長率について、政府発表によれば経済成長の3本柱である輸出、海外労働者送金、農業セクターのうち、縫製品輸出及び海外労働者送金は対前年度比減となったが、農業セクターは安定的に成長した。また、海外からの投資促進のため、電力・道路等の基礎インフラの整備が急務とされている。

バングラデシュの財政は慢性的な赤字となっており、これを外国援助と国内銀行借入等で補填する構造となっている。これは、主に政府の徴税能力及び歳入基盤の脆弱性、また非効率な国有企業に対する財政による赤字補填に起因している。予算は主に一般予算（Revenue Budget）と年次開発予算（Annual Development Programme）により構成され、2018年度予算案では全体の29.3%が社会開発、31.7%がインフラ構築事業にあてられている。社会開発分野においては、主に人間開発（26.1%）に、また、インフラ構築分野においては、農業・農村開発（13.0%）、運輸（11.9%）、電力・エネルギー（5.2%）に優先的に配分されている。

（注記以外の出典：外務省）

⁴ バングラデシュの会計年度は7月～翌年6月末。2015年度は、2014年7月から2015年6月末まで。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

(1) 最終要請内容

精度が高く効率的な測量を実現するため、電子基準点の整備が要請された。うち、屋上設置型の電子基準点は約70点である。ただし、機材の据え付け対象となる候補地（公共建築物の屋上）が確保されない、あるいは協力完了後の運営維持管理予算が担保されない場合には、電子基準点の整備対象数を減らすことを第一次現地調査におけるミニッツに含めた。

電子基準点は、主としてGNSS測量（RTK測量、スタティック測量⁵）に活用される。SOBは70km間隔以下になるよう電子基準点の配置計画を検討していたものの、特にダッカ、チョットグラム等の都市部では、電子基準点の密度を高く配置して測量精度を高める必要性が高いため、運営維持管理が可能な範囲で、より高密度の電子基準点の設置点数を検討することとした。その結果、最終的には73点（テクニカルノートによる）の屋上設置型電子基準点が要請された。なお、落雷による故障等の不測の事態に対応できるよう、GNSS受信機（通信ルーターを含む）については、代用機（5～6台）が要請された。長期間にわたって観測の欠損が出ることは避けることが望ましいため、代用機も協力対象に含めることを検討することとした。

また、地盤が軟弱で建築物建設や電子基準点の常設が難しい南部沿岸地域をカバーするため、また、チョットグラム丘陵地帯等、機材据付け候補地が存在しないために電子基準点の密度が低くなる地域をカバーする（当初の配点計画では配点密度が低くなっている地域に対して追加で配点する）ため、可搬式電子基準点の調達が必要とされた。

電子基準点のデータを管理するデータセンターについて、当初の要請書では拡張にかかる具体的な要請が不明確であったが、電子基準点増設に伴うデータ量増加に対応するため、サーバー、ソフト等の調達が改めて要請された。

験潮所について、南部チョットグラムに既存の施設・機材を有しているものの、バングラデシュ側は平均海面を正確に測定するためには2点を追加する必要があるとして、験潮所の整備を日本側に要請してきた。議論の結果、バングラデシュ側は2点の追加整備を本プロジェクトに含まないことに同意したが、既存チョットグラム験潮所の近代化（データ収集の自動化及びオンライン接続）を要請してきた。現在は、SOB職員が1回/月の頻度でデータを人手で回収しているため、機材の不具合や特異値が発生した場合にリアルタイムに状況が把握できないこと、また、洪水対策等に平均海面データを活用するためにはリアルタイムでの状況把握が必要なことから、データ通信機材を設置したいとの意向を有している。

なお、これら要請機材及び施設の使用目的が、高精度で効率的な測量・地図作成等の民生使用（非軍事用）であることをミニッツに含めた。

⁵ GNSS受信機を複数設置して一定時間連続受信を行い、測点間の基線ベクトルを求める。（出典：測量士・測量士補試験対策を参考とした）

表 1.2 要請内容の変更状況

当初要請 (2015年9月、要請書)	最終要請 (2018年1月、M/D)
電子基準点 (70点) ・電子基準点 ・機材保管庫 ・データ伝達システム ・太陽光発電設備 ・避雷設備 ・データセンター保守 ・家具 ・車両 ・サーバー ・データ処理ソフト 等	屋上設置型電子基準点 (約73点) (*) ・電子基準点 (アンテナ含む) ・受信機 (5~6台の代用機) ・インターネット接続用ルーター (SIMカード含む) ・太陽光発電設備、バッテリー、給電 ・避雷設備 ・機材輸送及び据付け 可搬型電子基準点 (2点) データセンター (1点) ・サーバー、ストレージ ・ソフト
験潮所 (2点) ・宿泊施設 ・栈橋 ・データ伝達システム ・太陽光発電設備 ・潮位記録機材 ・データ処理ソフト 等	験潮所 (1点) ・既存チャットグラム験潮所の機材 (自動データ収集、オンライン接続)
ソフトコンポーネント	ソフトコンポーネント(*)

* : テクニカル・ノートにて確認

出典 : 要請書、Minutes of Discussions、Technical Notes

(2) 電子基準点の配点

電子基準点の配点計画にあたっては、各地域で期待されるサービスレベルに応じて、都市部では配点密度の高密度化による精度低下の防止、その他の地域では高い精度は求めないものの電子基準点を利用した測量ができる密度を確保する必要がある。また、SOB は防犯対策が容易であること、洪水の影響を受けにくいことから、電子基準点を公共建築物の屋上に設置することを要請している。設置候補地の選定にあたっては、上空視界の確保、屋上設置に適した階数・構造を有する建築物の選択、防犯措置の確認、設置許可の取得等、実務上生じる各種の要素に配慮する必要がある。

SOB が要請した 70 点の配点計画 (2015 年 9 月時点) は、設置が明らかに困難な湿地帯や山岳地域を除いて、全土が電子基準点から最大 40km 以内の距離になるよう、約 70km 間隔を目安として国土全体に機械的に配点したものであった。そのため、上空視界が確保された建築物の有無、設置建築物の管理者による設置許可の可能性、維持管理の容易さ等、具体的な設置場所の選定にあたって検討が必要な技術的要素や手続きの容易さ等を検証しておらず、実現性を考慮したものではなかった。そのため、独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」) 技術協力プロジェクトにおいて、専門家が SOB との技術的議論をもとに、電子基準点を設置するための条件を示したチェックリストを用意し、SOB にチェックリストの使用方

に関する技術移転を行い、設置場所の選定基準を浸透させた。

配点計画については SOB が見直しを行い、要請 70 点のうち 64 点を 64 の District 中心部に配点し直し、隣接点が近すぎる点については中心部から郊外の適切な位置に移動した。6 点は電子基準点間の距離が大きい地域を選定して Upazila 中心部に配置して密度の平均化を図った。その結果、計 70 点を設置候補地とした（2018 年 1 月、本調査開始時）。

調査団は、防犯対策（門扉の設置、警備員の配置）が施されている可能性が高いこと、また、SOB と同じ行政組織が所有しているため設置許可取得が容易であろうことから、公共建築物を設置候補地として選定したのは合理的であると判断した。加えて、上空視界を確保するためには建物高さ（階数）の高い公共建築物が望ましいため、こうした候補建築物が多い District の中心都市を候補地として選定したことも合理的であると判断した。配点密度が小さい場合には、District の中心部について候補建築物が多い Upazila の中心部を候補地としたことも合理的である。

そのうえで、本調査団は、電子基準点の利活用ニーズの高いダッカやチョットグラム周辺で、電子基準点間の距離が過大である（電子基準点の密度が不足する）と判断し、ダッカやチョットグラムからの主要交通路の近くに 4 点を追加する提案を行った。一方、マングローブ湿地帯周辺では電子基準点密度が過密であると判断し、1 点を対象外とする提案を行った。SOB との協議の結果、電子基準点（屋上設置型）の設置候補地は 73 点（2018 年 2 月、テクニカルノートによる）である。なお、現時点では電子基準点から 30km 以内の距離で RTK を使用しているが、本プロジェクトでネットワーク型 RTK を採用することになれば、観測不能地域が出にくく、電子基準点設置場所間の距離が若干増えても、精度劣化は少なくなると考えられる。

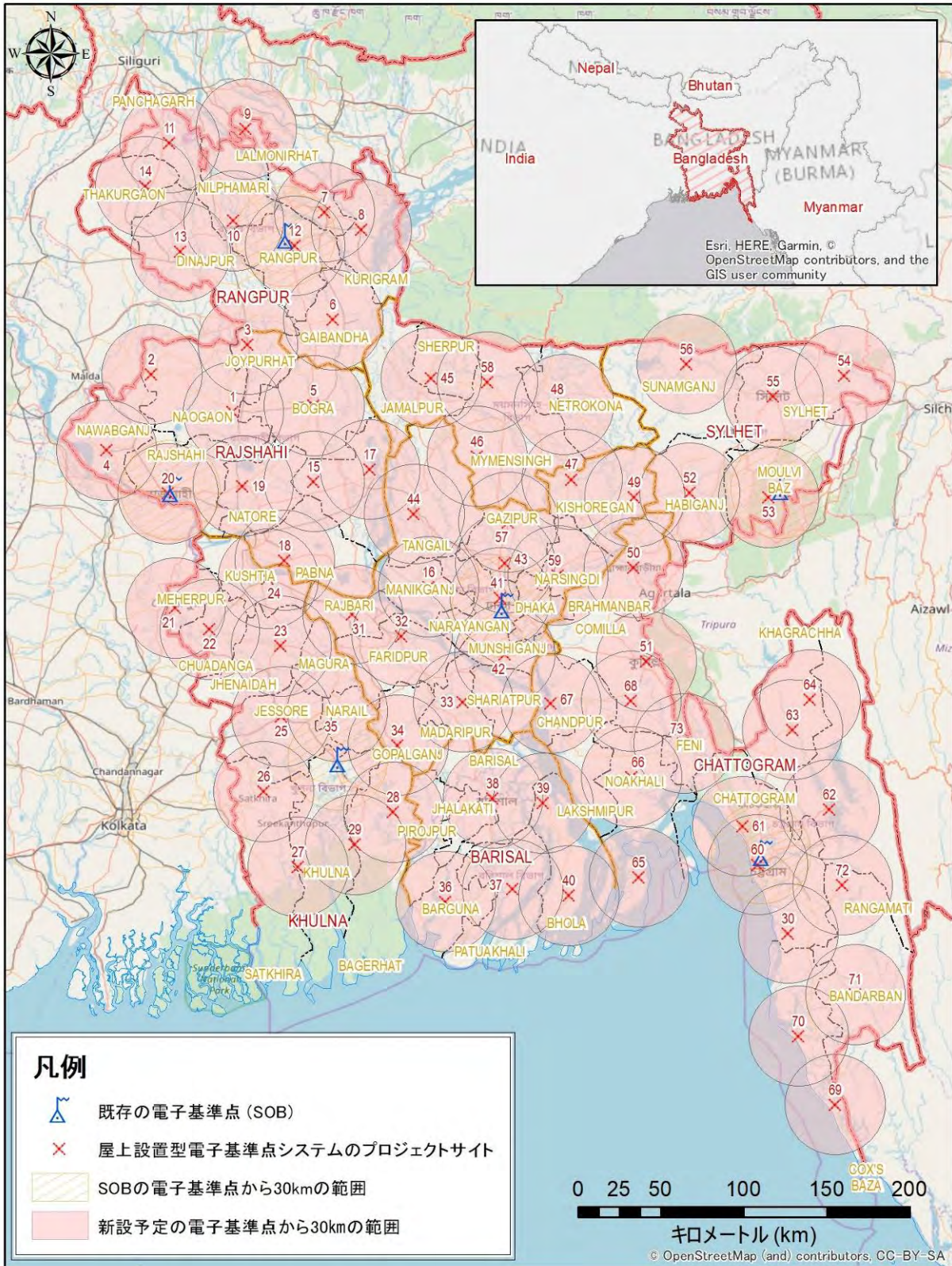


図 1.1 電子基準点配点計画（基準点周囲半径 30km 範囲）

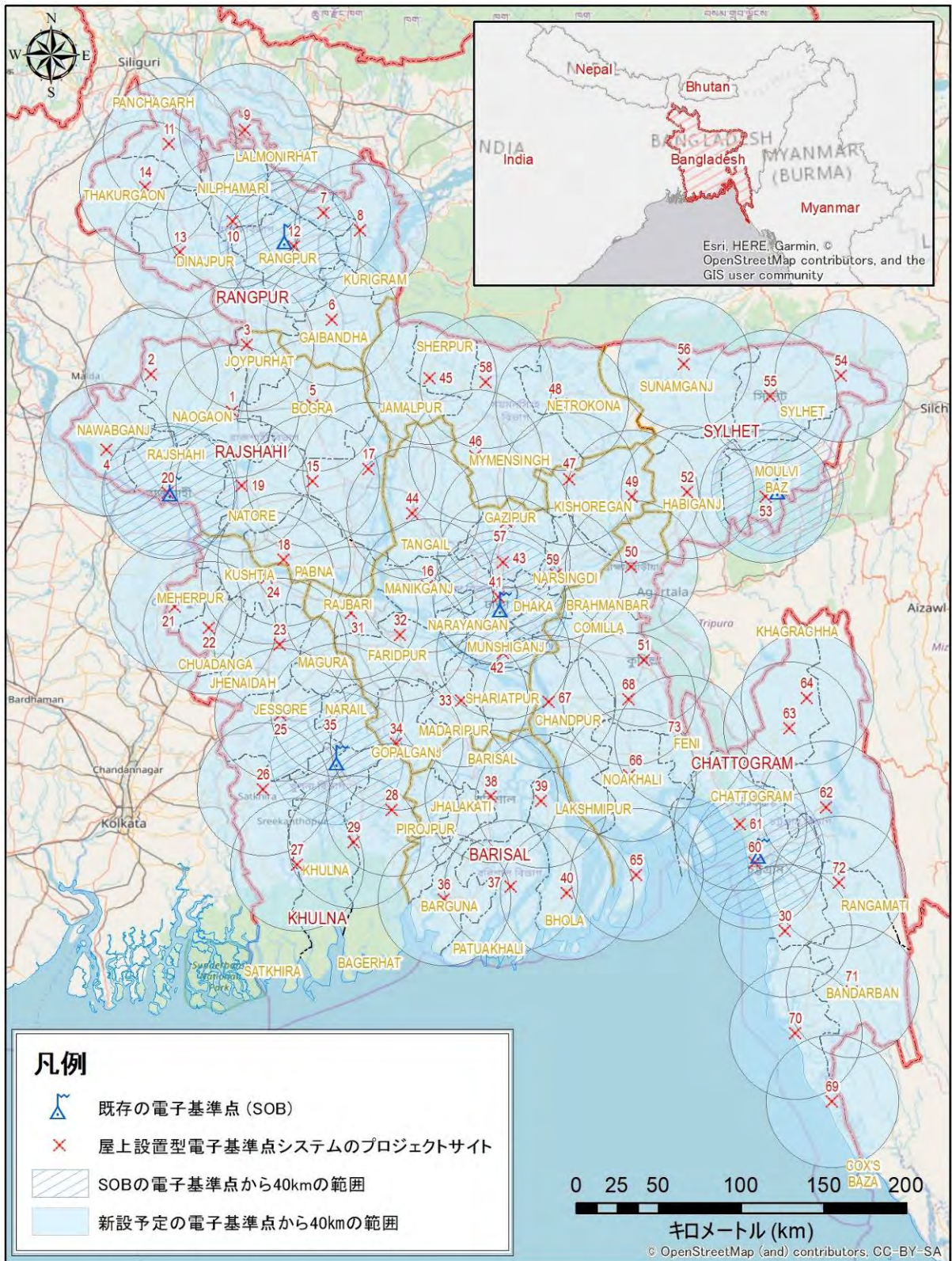


図 1.2 電子基準点配点計画 (基準点周囲半径 40km 範囲)

(3) 験潮所の要請内容

SOB によれば、新規増設の目的は①既存験潮所のバックアップ、②観測している平均海面のチェック、③平均海面の海域による変化、④その結果の将来のジオイドモデル決定への利用である。

①については、津波、高潮により験潮所が破損する事例はあり、必要性はある程度認められるものの、その発生頻度予測が明らかではなく、バックアップのために新設することについて経済合理性の観点からさらなる検討が必要と考えられる。

②については、同験潮所に政府間海洋学委員会 (Inter-governmental Oceanographic Commission、以下「IOC」) が3方式4台の験潮儀(フロート式1台、圧力式1台、電波式2台)を設置して観測を行っており(実施担当機関はハワイ大学)、データはSOBだけでなく一般に公開されているため、チェックのために比較対照するデータはすでに得られている。よって、必要性が高いとはいえない。

③については、海象観測であり、研究的要素が強く、また、SOB に対して行った聞き取り調査からはSOBの業務範囲に含まれるのか、あるいはバングラデシュの上位計画に必要性の記載があるのかも不明であり、さらなる検討を必要とする。なお、現地調査期間内に許可が得られず聞き取り調査を行うことができなかったが、海軍水路部がこの業務を担当していると推測できる。

④については、平均海面を複数箇所ですら測った結果をどのようにジオイドモデル決定に反映するかの道筋が明らかになっておらず、SOB 自身によるジオイドモデル決定のための計画策定が必要である。なお、精密なジオイドモデルの決定により、電子基準点を標高の決定にも活用できるようになることから、ジオイドモデルの決定は今後行うべき重要な事業であると考えられる。

また、水開発庁 (Bangladesh Water Development Board、以下「BWDB」) や 内航水運公社 (Bangladesh Inland Water Transport Authority、以下「BIWTA」) 等の験潮業務を行う他機関においても多数の験潮所を有している。BWDB 及び BIWTA の験潮所における潮位記録は目視観測またはアナログ式のペンレコーダによるものであり、精度もSOBのものより劣ることから、SOBはその利用を考えておらず、現状においてはその判断は適正である。しかしながら、これらの機関においては電波式験潮儀の導入が進められており、今後、これらの験潮儀の利用可能性についても調査のうえ、追加の験潮所建設が必要なのか、データの共用によりSOBの験潮の目的が達成されるのか、判断されるべきと考えられる。

一方、既存験潮所については機材を増設する必要がある。SOBは従来方式とは異なる電波式験潮儀を新たに導入し、データ取得と送信を行う機材に接続し、送信されたデータをSOBの既存のネットワーク内に新たに設置した専用サーバーにより受信、処理、保管、配信を行うことを要請している。

また、BWDB 及び BIWTA ともSOBの験潮データがリアルタイムに近い形で提供されるならば歓迎する、利用したいとのことである。BWDBの場合は洪水監視の観点からリアルタイムに近い形を望み、BIWTAは業務である潮位予測の結果と実際の潮位を比較することで潮位異常の発見が早期にできることを望んでいる。SOB自身もデータの早期公開には積極的であり、データの送信頻度はリアルタイムもしくは数分から1時間までの間隔で行うことで、他機関の要望に応える効果があると考えられる。

1-3 我が国の援助動向

我が国は、長年にわたりバングラデシュにおいて地理空間情報分野での協力を継続してきた。これらの協力を通じて、我が国との関係も良好である。

表 1.3 我が国の援助動向（地理空間情報）

協力内容	実施年度	案件名	概要
技術協力 プロジェクト	2013年度～ 実施中	デジタルバングラデシュ 構築のための 地図作成能力高度化 プロジェクト	SOB 職員のデジタル地図関連技術が 向上することを目標にした技術支 援。 1) SOB 職員の地図作成作業の円滑 化と技術定着、2) 国土空間デー タ基盤 (National Spatial Data Infrastructure、「NSDI」) の導入 に向けた SOB の Geo-Portal のウ ェブサイト開設を含む。
技術協力 プロジェクト	2009年度～ 2013年度	デジタル地図作成能力 向上プロジェクト	SOB が進める地図作成事業におい て、対象分野で SOB 職員が自立して 作業を行える技術レベルに達し、 IDMS プロジェクトが計画通りに実 施されることを目標にした技術支 援。
債務救済無償 見返り資金	2007年度～ 実施中	Improvement of Digital Mapping System of Survey of Bangladesh (IDMS)	日本政府の債務救済無償見返り資 金を活用して、デジタルマッピング の改善を行う。全国及び主要都市の 地形図を整備することを目的とす る。
フォローアップ 協力	2003年度	国土測地基準点網 整備計画	レコーダー、データ処理用コンピ ューター等の一部機器の修復及び更 新等を行った。
開発調査	2002年度～ 2004年度	ダッカ首都圏地域 地図情報整備計画調査	ダッカ首都圏を対象として、地形図 の作成及びデジタル化を行い、共同 作業を通して、調査業務に係る 技術移転を行うもの。
無償資金協力	1999年度	測量局地図作成機材 整備計画	測量機材と地図印刷機材の供与を 行った。
開発調査	1992年度～ 1994年度	国土測地基準点網 整備計画調査	国土測地基準点網の整備と SOB への 技術移転を目標とした開発調査。験 潮所の建設や埋石作業を含む。

出典：外務省、独立行政法人国際協力機構

1-4 他ドナーの援助動向

電子基準点、験潮所及び関連施設整備について、他ドナーが実施中、もしくは準備中の協力は存在しない。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

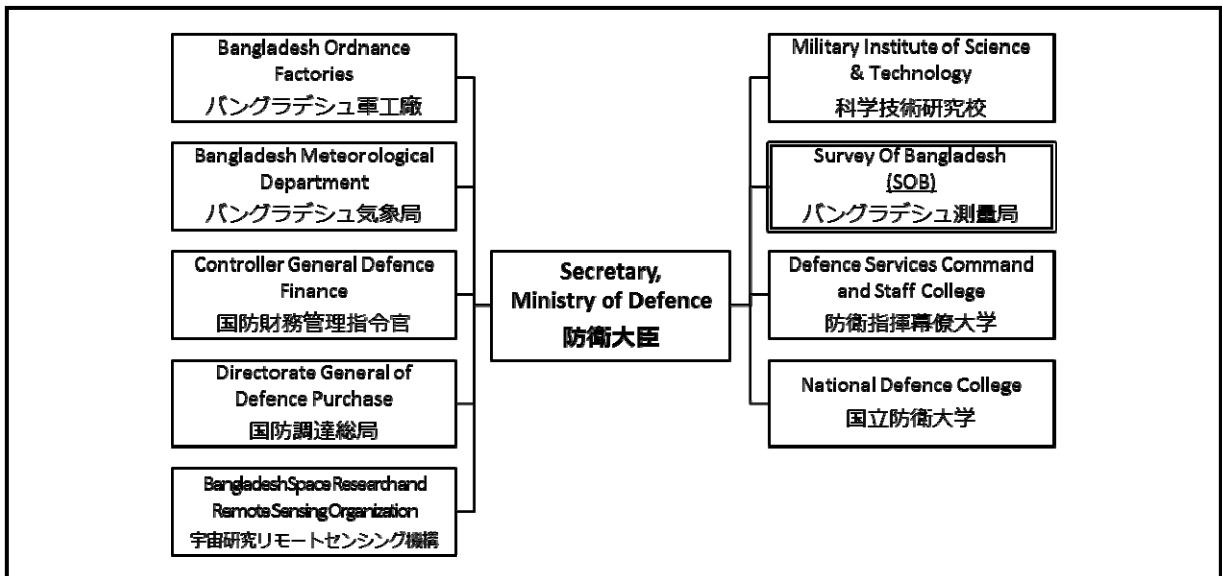
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトを担当する主管官庁は国防省 (Ministry of Defence)、実施機関は SOB である。

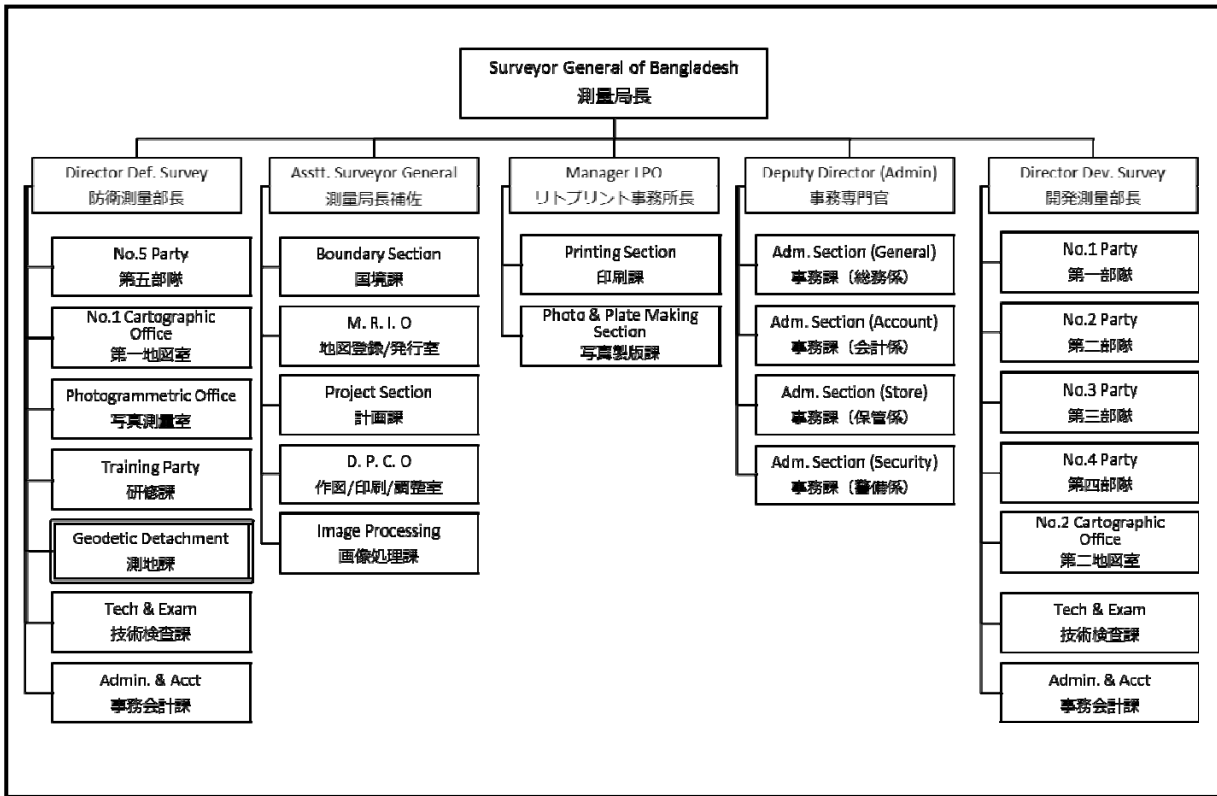
国防省の組織図は、以下のとおりである。SOB は国防省傘下の組織であり、 Bangladesh の国家測量・地図作成機関として、長年にわたり国家の基準となる測地網及び地理空間情報の整備・維持管理を行ってきた。



出典：SOB (Bangladesh 測量局)

図 2.1 国防省 (Ministry of Defence) の組織図

プロジェクト完了後の運営・維持管理は継続して SOB が行う。SOB の組織図を以下に示す。



出典：SOB（バングラデシュ測量局）

図 2.2 SOB の組織図

SOB は既に 6 点の電子基準点とそのデータを処理するサーバー、1 点の験潮所を有している。これら既存施設の運営・維持管理及び外部へのデータ配信は測地課（Geodetic Detachment）で実施されており、本プロジェクト完了後の運営・維持管理は測地課が実施する予定である。測地課には 2018 年 2 月現在で 17 名の職員が所属しており、必要に応じて他部署から一時的に人員を補充しながら業務を運営している。職員 17 名のうち 13 名が技術職で、管理技術者 1 名の下に 6 名の監督職員（Supervisory Officer）と 6 名の技師（Engineer）が在籍している。なお、担当者 2 名が各々の勤務時間のおよそ 30%を験潮業務に充てており、残りの時間は他の測地業務に充てている。

本プロジェクト実施により電子基準点数の増加、データセンターの拡張、験潮所の機材増設が行われる。これらの機材について SOB は基本的な技術を有しているものの、各機材の運営及び維持管理業務が増大するため、測地課の現体制のままでは対応は難しいと思われる。そのため、運営・維持管理に関する技術水準の向上が必要となる。

なお、主管官庁の国防省はバングラデシュの国防を担う機関であるが、SOB は軍の指揮命令系統から完全に切り離された文民組織である。電子基準点は、高精度かつ効率的な測量や地理空間情報作成を目的に利活用され、軍事利用には供されない。

2-1-2 財政・予算

本プロジェクト実施に際して必要となるバングラデシュ側負担経費については、SOB により確保される。SOB の予算は特定のプロジェクトのための開発予算 (Development Budget) と一般予算 (Revenue Budget) に区分されており、開発予算は国家経済評議会執行委員会 (Executive Committee for National Economic Council、以下「ECNEC」) による承認を経て、確保される。

また、本プロジェクト完了後の運営・維持管理費についても、実施機関である SOB により確保される。運営・維持管理費は開発予算及び一般予算から支出される。一般予算の過去3年の年間予算と支出額は下表のとおりである。一般予算・支出ともに過去3年で増加している。

表 2.1 SOB の年間一般予算と支出 (単位: BDT)

年度	2014～2015	2015～2016	2016～2017
一般予算	247, 200, 000	304, 600, 000	415, 200, 000
支出	243, 000, 000	300, 200, 000	397, 400, 000

出典: SOB (バングラデシュ測量局)

今後の一般予算案について、その内訳 (一部抜粋) は下表のとおりである。施設の運営・維持管理は、その内容に従い表中の「機材費」または「修理・メンテナンス費」に計上される。この2項目の合計額は2019-2020年度で13,500,000BDTである。

表 2.2 SOB の予算案 (一般予算、単位: BDT)

項目/会計年度	2016～2017	2017～2018	2018～2019	2019～2020
研究・開発費	500, 000	500, 000	600, 000	600, 000
研修費	1, 000, 000	1, 000, 000	1, 000, 000	1, 000, 000
コンピューター・事務用品費	1, 500, 000	1, 500, 000	1, 500, 000	1, 500, 000
機材費	4, 000, 000	7, 000, 000	9, 400, 000	9, 500, 000
修理・メンテナンス費	3, 000, 000	3, 000, 000	4, 000, 000	4, 000, 000
人件費等	405, 194, 000	436, 607, 000	464, 580, 000	498, 155, 000

出典: 「デジタルバングラデシュ構築のための地図作成能力高度化プロジェクト (NSDI 構築支援)」報告書

既存の電子基準点6点 (データサーバーを含む) に係る運営・維持管理は、2017年6月まではSOB職員及び民間業者によって実施されてきた。SOBは民間業者とのメンテナンス契約を締結している。直近の契約は2016年3月から16か月間の契約であり、GNSS受信機本体、アンテナ、ソフトウェアの保障 (部品交換含む)、3か月ごとの現地企業エンジニアによる電子基準点の訪問メンテナンス、電子基準点とデータサーバーとの間の通信費及び外部へのデータ配信にかかる全ての通信費が含まれていた。一方、データサーバー等その他の交換部品代、機材メーカーのエンジニアの出張保守費は契約に含まれておらず、交換が必要な場合は部品代金を別途支払うという契約内容であった。この契約実績に基づき本プロジェクトで増設する予定の電子基準点73点 (可搬型2点を除く) の維持管理費を試算すると35,770,000BDTである。これは2019-2020年度の一般予算案の約7%に相当し、「機材費」と「修理・メンテナンス費」の合計額を上回る。本プロジェクト完了後は、これに加えて電子基準点管理システム、験潮所の維持管理費も必要となる。した

がって、本プロジェクト完了後の運営・維持管理を確実にできるよう、メンテナンス契約内容の見直し（簡略化）、開発予算の確保、SOB の一般予算増額が予定されている。

2-1-3 技術水準

2011 年以来、SOB は既存 6 点の電子基準点（データサーバー含む）を運営・維持管理してきた。運営・維持管理を担当している測地課には技術者が 13 名在籍しており、うち 7 名は電子基準点の運営・維持管理に携わっている。また、7 名中 4 名はデータサーバーの運営・維持管理にも対応している。

電子基準点（データサーバー含む）の維持管理について、SOB 職員が対応（故障原因の特定・交換）できない不具合等が発生した場合に備え、SOB は 2017 年 6 月まで民間業者との委託契約を締結してサポートを受けていた。サービス内容は、バッテリー等の定期的な部品交換、故障時の対応（部品交換含む）、定期点検、清掃（ソーラーパネル等の周辺機器を含む）、ソフトウェアのバージョンアップ等から構成される総合パッケージ契約である。この期間において SOB 職員は民間業者のエンジニアとともに 3 か月ごとの定期訪問メンテナンスを行っており、現在では SOB 職員自身により電子基準点を構成する部品交換、ケーブルの配線、ファームウェアのアップデート、受信機の再起動等を実施することが可能である。ただし、定期訪問によるメンテナンスについて、作業マニュアルやチェックリスト等のドキュメントは整備されておらず、担当職員の記憶に頼って実施されているため、実施内容や品質にばらつきがある。

2017 年 7 月以降は、維持管理に関する民間業者との契約は締結していないが、受信機やルーターの故障については SOB 職員では対応できないため、必要時に個別のサポートを委託することになっている。なお、落雷被害による部品交換を除き、2017 年 7 月以降に民間業者の技術的サポートが必要な不具合は発生していない。

データサーバーの運営・維持管理については、4 名の SOB 職員が担当している。ただし 4 名とも情報通信技術（Information and Communication Technology、以下「ICT」）に関する技術的背景を持っていないうえ、測地課員としての測量作業と並行して運営・維持管理業務を実施している。そのため、特に維持管理に関しては外部の SOB 職員（ICT 担当、測地課外）と SOB が雇用している外部 ICT コンサルタントに頼っているのが実情である。

ソフトウェアについて、SOB は地図データや空中三角測量成果等（航空写真や衛星等の画像データを含む）を集中管理しており、データサーバーを運用するための基本的な能力は有していると考えられる。一方、SOB には ICT に関する知識を十分に有する職員が少ないため、障害発生時の原因の特定・分析・切り分けが適切に行えず、ソフトメーカーからのサポートを受けていても不具合を解消するのに時間がかかる場合がある。

験潮所の運営・維持管理は、SOB 職員が 1 回／月の頻度で験潮所があるチョットグラムを訪問して実施している。訪問時に記録紙とデータの回収、必要な部品の交換、験潮儀の校正を行っている。また、1 回／年の頻度でダイバーを雇用し導水管に溜まった泥土の除去作業を行っている。

現在設置されているフロート式験潮儀の運営・維持管理については、SOB は現状でも十分な技術水準を有している。一方、国際的潮流では、フロート式から電波式に移行されつつあるが、電波式験潮儀については運用経験がない。基本的な運用については、既存のフロート式験潮儀と電波式験潮儀との大きな相違がないが、機材の維持管理や校正方法、水準点と験潮儀間の水準測量の方法等、機材特有の扱い方を習得し、また、新旧験潮儀の並行観測を行って観測データの連続性を保つことが必要である。

このように、SOB は運営・維持管理実績を通じて基本的な技術を有しており、プロジェクト実施に対する支障はなく、初期操作指導、運用指導、ソフトコンポーネントによる技術指導を行うことで、本プロジェクトの円滑な立ち上がりや完了後の自立発展性が維持できると判断される。

2-1-4 既存施設・機材

(1) プロジェクトサイトにおける既存施設・機材

本プロジェクトは、屋上設置型電子基準点システム、可搬型電子基準点システム、電子基準点管理システム、験潮儀システムを含むが、機材の据付対象となるプロジェクトサイトは機材ごとに異なる。

1) 屋上設置型電子基準点システム

屋上設置型電子基準点システムの据付対象となるプロジェクトサイトは、バングラデシュ全国に散在する 73 点の公共建築物屋上である。屋上は鉄筋コンクリート構造の陸屋根であり、電子基準点の据付に支障がなく、また、建築物の安全性についてはバングラデシュ側により担保されている。公共建築物の屋上には、給水タンク、エレベーター塔屋等が整備されているものの、本プロジェクトの実施に支障のある施設・機材は存在しない。

2) 可搬型電子基準点システム

可搬型電子基準点システムは、SOB テジガオン (Tejgaon) 庁舎に納入・保管される。可搬型のため、据付工事は発生しない。

3) 電子基準点管理システム

電子基準点管理システムの据付対象となるプロジェクトサイトは、既存の SOB ミルプール庁舎である。SOB ミルプール庁舎にはサーバー室が整備されており、空調設備、空気清浄機、電源（予備含む）が供給されている。

4) 験潮儀システム

験潮儀システムの据付対象となるプロジェクトサイトは、既存のチョットグラム験潮所である。チョットグラム験潮所は 1992 年度から 1994 年度まで JICA 開発調査として実施された「バングラデシュ国・国土測地基準点網整備計画調査」において、同国の標高の基準となる平均海面の決定を行うために建設された観測施設である。同験潮所には、フース型フロート式験潮儀が設置され、

アナログ式ペンレコーダとデジタル式レコーダの2種の記録装置により験潮データを連続的に記録している。1993年から1994年までJICA専門家の指導の下に行われた験潮業務により、バングラデシュ国の標高の基準となる平均海面の位置が定められた。

SOBは、1993年1月に観測を開始して以来、今日まで25年間にわたり験潮所を維持管理している。験潮データの回収は1回/月の頻度でSOB職員が同地に出張し、記録紙とメモリーカードを測量局本庁に持ち帰ることで行い、メモリーカードに記録されたデジタルデータをPCに取り込むとともに記録紙との比較照合を行い、デジタルデータに過誤がないか点検を行っている。

SOBの験潮業務の目的は標高の基準となる平均海面の位置の監視であり、その目的のためにデジタルデータを1カ月毎に平均化し、月毎及び年毎の平均海面の高さとしてまとめ、潮位に大きな変動がないことを確認している⁶。オリジナルの験潮データ（6秒間隔）及び月毎の験潮データ（1時間間隔）は有償で提供されている（1時間データは500BDT/年、6秒データは300BDT/月）。主なユーザーは験潮業務を行う機関であるBWDB、BIWTA、海軍水路部のほか、研究機関である水モデリング研究所（Institute of Water Modeling、以下「IWM」）、ダッカ大学、海外を含めた研究機関である。

験潮所の機材は、比較的良好に維持管理されてはいるものの、ペンレコーダは設置当初から同じ機材が利用されており、また、デジタル式レコーダは2004年に故障のためにJICAプロジェクトの予算で入れ替えが行われ、現有機は14年目を迎えている。現有のフロート式験潮儀は海水を導入した験潮井戸の中にフロートを浮かべるタイプのものであるが、我が国の気象庁では、その多くがフロート式から電波式の機材に替わっており、同じく国土地理院でも2017年度に1点がフロート式から電波式に切り替わっている。日本のみならず国際的潮流では電波式験潮儀への移行が進められており、バングラデシュの他の機関においても電波式の導入が進みつつある。

既存機材の有する課題としては、データの回収が月に1回のみであるため、験潮記録に異常があってもその対応が遅れ、欠測期間が長引くことがあげられる。異常を早期に発見できるようにすべきである。また、1回/月のデータ回収のために職員1名が2泊3日あるいは3泊4日が出張しているが、この業務の効率化を図ることも考慮すべきである。また、験潮儀及び記録装置（アナログ、デジタルとも）を製作した企業が既になく、部品や消耗品の入手が困難になっており、2017年に記録紙調達の入札を実施したが応札者がなく、現在は記録紙のストックがない状態である。この事例は製作企業以外からの消耗品の調達も困難であることを示している。さらにデジタル式レコーダは設置後11年で故障し、代替機も14年目を迎えているため、近い将来の故障発生が危惧され、早期に機材を更新すべき状況となっている。

⁶ 験潮所で定めた仮想の基準面からの高さで示すと、1993年から1994年までの平均海面高は3.486m、1994年から2012年までのものは3.478mである。

(2) プロジェクトサイト以外の既存施設・機材

1) 電子基準点（データサーバー含む）

SOB は、地理空間情報の作成・更新・提供だけでなく、国家の位置と測定の基準となる国家測地網の構築と維持管理をも担っている。測地網のデータは、地籍測量等を実施する他の政府機関だけでなく、地理空間情報の作成やインフラ開発に関係する測量を実施するため民間でも広く利用されている。他方、デジタルバングラデシュの政策理念に基づき、SOB はデータの利用手続きの簡素化やオンライン手続きへの移行を進め、その一環として電子基準点を設置した。

既存の電子基準点は、1点はダッカ（SOB テジガオン（Tejgaon）庁舎、測地部の建築物屋上）、他の5点はチャットグラム（Chattogram）、クルナ（Khulna）、マウルビバザール（Maulavi Bazar）、ラジシャヒ（Rajshahi）、ランプール（Rangpur）の軍用地に設置された。点間距離は、約130～200kmである。実用に耐えうる精度での測量は、これら大都市の近傍に限定されている。観測データは、GNSS受信機によるスタティック測量とRTK測量に提供されている。ただし、RTK測量に提供されているデータは、複数の電子基準点から送信されるデータを活用するネットワーク型RTK向けではなく、単独の電子基準点から送信されるデータを活用する一般のRTK測量向けである。

既存の電子基準点には、トリンプル社の「NetR9」が採用されている。電子基準点は測定の基準となるものであり、相応の性能が求められる。また、GNSS測量だけでなく、モバイルマッピングシステム（Mobile Mapping System、以下「MMS」）等の多目的な用途に使用されていく可能性がある。このため、現行機種と同等以上の性能を確保する必要がある。

電子基準点ネットワークを全国展開し、そのデータをオンラインサービスで幅広くかつ都市部／農村部を問わず提供していくことが望まれる。また、落雷によりGNSS受信機、ルーターが故障し、観測の欠損が発生したため、故障発生率を低く抑えることが望まれる。

表 2.3 トリンプル社 NetR9 の性能

性能項目	主な仕様
捕捉衛星	GPS、GLONASS、Galileo 等
測位性能	高精度スタティック測量 水平：3mm+0.1 ppm ⁷ RMS ⁸ 、高さ：4mm+0.4 ppm RMS RTK 単基線<30km 水平：8mm+1 ppm RMS、高さ：15mm+1 ppm RMS Network RTK 水平：8mm+0.5 ppm RMS、高さ：15mm+0.5 ppm RMS
記録容量	内部メモリ：8GB、 外部メモリ：1TB 以上（ただし既存機材には外部メモリは設置されていない）
防塵・防水規格	IP67
内部バッテリー	最大 15 時間の連続動作が可能

なお、既存の電子基準点6点は、2011年の設置から約7年が経過し、まもなく耐用年数（我が

⁷ Parts Per Million (100 万分の1の意)。主に濃度を表すために用いるが、不良品発生率などの確率も表す。

⁸ Root Mean Square (二乗平均平方根)。統計値や確率変数を二乗した値の平均値の平方根であり、単位が元の統計値・確率変数と同じという点の特徴である。

国の国土地理院では受信機を7年で更新)を迎える。バングラデシュ国の保守計画に関する政府承認を前提とするが、SOBによれば、バングラデシュ側の開発予算により既存6点の更新を検討していくとのことである。

既設のデータサーバーは、全国6点に配置された電子基準点の観測データを集積し、観測データの蓄積とスタティック測量及びRTK測量の利用者にデータ配信を行う目的で設置されており、2011年12月以来、2017年9月に落雷の影響で電子基準点に接続していたスイッチングハブに過電流が流れたことによる破損を除き、大きなハードウェア障害を発生することなく継続的に運用されている。しかしながら、データサーバーの設置場所はSOBテジガオン庁舎3階の執務室の一部を間仕切りしている状態であり、空調管理、防塵対策や施錠管理は必ずしも十分なものではない。また、SOB全体のネットワークとは切り離され、独自のインターネット回線契約をインターネットサービスプロバイダ(Internet Service Provider、以下「ISP」)と締結している。SOBの内部ネットワークからサーバーへ直接アクセスできず、また、システム管理やデータ抽出作業をインターネット経由で行っているため外部からの侵入も可能でありセキュリティが脆弱である。さらに、外部公開用のインターネットプロトコル(Internet Protocol、以下「IP」)アドレスはドメイン登録されておらず、IPアドレスがそのまま公開されている状況である。そのため、サーバーやネットワーク機器の攻撃にIPアドレスが悪用される危険性がある。

SOBテジガオン庁舎に設置されているサーバーは2台の物理サーバーで構成され、それぞれ同じソフトウェアが導入され、冗長化⁹がされている。ただし、設計規模は電子基準点6点を対象としたものであり、電子基準点の増設にシステム構成(CPU、メモリ、記憶容量)が対応できず、また導入後6年を経過し、耐用年数を迎えようとしているため、機材の一部更新・拡張による対応は現実的ではない。また、ソフトウェア構成(ライセンス数)も6点を対象としている。

観測データのバックアップについては、自動化されておらず、担当職員が手動で外部メディアへ複製し、その間隔も特に定めていない状況である。システムに障害が発生した際に、初期インストール作業やデータ復元作業等が必要となり、システムの復旧時間が長くなるため、自動バックアップの導入やバックアップ徹底のための手順化等が強く望まれる。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) バングラデシュの電気事情

バングラデシュでは近年電化率が上昇しており、電力へのアクセスが可能な人口は1990年の22%から2016年には76%となっている。一方で、クーラー等の空調設備の利用が一般化し、電力需要が増大しており、特に気温が高い時期には停電が頻繁に発生する。

⁹ 万が一に備え、代替用の設備を用意しておき、故障や障害が発生した場合にサービスを継続的に提供できるようにすること。(出典:デジタル用語辞典)

(2) バングラデシュの携帯電話網事情

バングラデシュでは携帯電話網が急速に発達している。2013年時点では国営の Teletalk 社のみが実施していた 3G ネットワークも、2018年現在では Grameenphone、Banglalink、Robi、Airtel、の各社が参入し、全土の主要地域をカバーするようになった。インターネットへのアクセスが容易になり、データ通信が一般的に普及している。

(3) バングラデシュの道路事情

主要道路は全国に張り巡らされているが、沿岸部を中心に雨季には水没する地域が多い。また、道路が整備されておらずアクセスが困難な地域も存在している。

モータリゼーションに伴い、車両等の排気ガス、粉塵、埃や煤煙等に起因する大気の悪化等も懸念されている。

(4) 屋上設置型電子基準点システムのプロジェクトサイト

本プロジェクトで協力対象とする屋上設置型電子基準点システムは、バングラデシュ政府、または地方行政庁が所有する既存公共建築物の屋上に設置される予定である。公共事業局（Public Works Department、以下「PWD」）の協力を得て実施された SOB による公共建築物の選定調査の結果をふまえ、現地再委託によりサイト状況調査を行った。

サイト状況調査により確認した内容は、以下のとおりである。

1) アクセシビリティ

主要都市からのアクセス、建物内の通路幅等を調査し、特段の支障なく機材を設置可能であることを確認した。

2) サイト所有者の同意取り付けのプロセス

機材を設置するにあたり、長期的なサイト（公共建築物）の使用許可を所有者から得る必要がある。このため、サイトの所有者（機関）名、許可取得に係る担当者名・連絡先、プロセス等を確認し、支障なく使用許可を取得できる見込みであることを確認した。機材の据付に先立ち先方負担にて同意を取り付ける。

3) 電子基準点の機能を阻害する要因の確認

気象レーダー、携帯電話の電波塔や GNSS 衛星からの電波が乱反射するような障害物（貯水槽、鉄製の梯子・工作物等）等を調査し、特段の支障がないことを確認した。

4) 建築構造に対する安全性の確認

本プロジェクト実施中及び完了後に電子基準点システムが継続して利活用できるよう、据付対象建築物の構造が安全・堅牢であることが不可欠である。以下の判断基準により確認した。

- バングラデシュ建築基準（1995年版）（Bangladesh National Building Code, 1995）に則って建設されていること。または（1995年以前に建設された場合等）、構造の安全性を示

す設計図等を有していること。

- 建て増しされていないこと、また、建て増しの計画がないこと。
- 対象建築物の屋上において、発電機が稼働していないこと。
- 柱及び梁に構造クラックが生じていないこと。

なお、目視で確認できる安全性は極めて限定的であるため、プロジェクト実施中及び完了後の建築物の安全担保については先方責任とすることで合意している。

屋上設置型電子基準点システムのプロジェクトサイトとして選定された公共建築物は、下表のとおりである。

表 2.4 屋上設置型電子基準点システムのプロジェクトサイト

No.	所在地、建物名称	
1	Barguna	Polytechnic Institute
2	Barisal	Barisal Passport Office
3	Bhola	Sarkari Shishu Paribar (Balika)
4	Char fashion	Govt. Tafnal Baret Model Multilateral High School (TB High School)
5	Patuakhali	Sarkari Shishu Paribar (Balika) new
6	Alikadam	Matamohoree Bhabon, Alikadam Cantonment
7	Bandarban	Bandarban Govt. Women' s College
8	Brahmanbaria	Police Fari (New Building)
9	Chandpur	Chandpur Circuit House
10	Banshkhali, Chattogram	Banshkhali Adarsho High School
11	Chattogram	Chattogram Port Authority Girls High School and College
12	Sitakundu	Shadek Mastan Govt. Primary School
13	Comilla	Alekjan Memorial High School (New Building)
14	Laksam	Laksam Model Pilot High School
15	Teknaf	Fire Service & Civil Defence
16	Cox' s bazar	Meteorological Observatory Office
17	Feny	Roads & Highway Department
18	Khagrachari	Primary Training Institute (PTI), PTI Women hostel
19	Dighinala	Meteorological Observatory Office
20	Hatia	Sukh Char U.P. Banga Bandhu High School, Cyclone Shelter
21	Noakhali	Zilla Register Office
22	Rangamati	Education Office
23	Dhamalcot	Resident-2, Survey of Bangladesh
24	Faridpur	Computer Science Engineering Building, Engineering Collage
25	Gazipur	Horticulture Research Center building (HRC), Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI)
26	Shreepur (Gazipur)	New building of Upazila Parisad (Upazilla Nirbahi Office)
27	Gopalganj	Fisheries Polytechnic Institute, Academic Building
28	Kishoreganj	Shishu Paribar

No.	所在地、建物名称	
29	Madaripur	Department of Youth Development (Juba Unnayn (Mohila Hostel))
30	Manikganj	Technical training center (TTC)
31	Munshiganj	Diabetes Hospital (New) Munshiganj
32	Norsingdi	Shishu Academy Building
33	Rajbari	Department of Youth Development
34	Tangail	Primary Training Institute
35	Bagerhat	Institute of Marine Technology (IMT), Mohila Hostel
36	Mongla, Bagerhat	Chalna Bandar Model High School
37	Chuadanga	Technical Training Center
38	Jessore	Jessore New MM Collage Science Building
39	Jhenaidah	Jhenaidah Polytechnic Institute
40	Koyra, Khulna	Koyra Modinabad Model High School (Cyclone Shelter Building)
41	Kustia	Public Library
42	Meherpur	Primary Training Institute
43	Narail	Narail Technical Training Center (TTC), Dormitory Building
44	Satkhira	Technical Training Center
45	Fulbaria (Mymensingh)	Fulbaria Pilot High School (New building)
46	Phulpur (Mymensingh)	Phulpur Degree College
47	Netrakona	Bangladesh Meteorological Department (Dormitory building)
48	Khaliajuri (Netrakona)	Zilla Porishad Dak Banglow
49	Sherpur	Roads & Highway Department
50	Bogra	Deputy Commissioner Office
51	Chapai Nawabganj	Chapai Nawabganj Polytechnic Institute
52	Panchbibi	Fire Service & Civil Defence
53	Naogaon	Technical Training Center (TTC)
54	Porsha (Naogaon)	Muktizoddha Complex
55	Natore	BADC Building
56	Pabna	Pabna Passport Office
57	Rajshahi	Higher Secondary Teachers' Training Institute (Hostel)
58	Sirajganj	NID Bhaban
59	Tarash	Upazilla Health Complex
60	Dinajpur	Islamic Foundation & Imam Training Center
61	Gaibandha	Youth Development Department
62	Kurigram	Technical Training Center (TTC)
63	Lalmonirhat	Youth Development Department
64	Patgram (Lalmonihat)	Fire Service & Civil Defence

No.	所在地、建物名称	
65	Nilphamari	Youth Development Department
66	Panchagarh	Youth Development Department
67	Rangpur	Cotton Research Center
68	Thakurgaon	Youth Development Department
69	Habiganj	Deputy Commissioner Office
70	Moulvibazar	Mukijoddha Complex
71	Sunamganj	Bangladesh Nutrition Research Institute
72	Kanaighat, Sylhet	Kanaighat Upazila Parishad New Building
73	Sylhet	Building-3, Deputy Commissioner Office

(5) 可搬型電子基準点システム及び電子基準点管理システムのプロジェクトサイト

可搬型電子基準点システム及び電子基準点管理システムのプロジェクトサイトは、SOB ミルプール庁舎、SOB テジガオン庁舎である。道路に面しておりアクセスや機材の搬入には支障がない。また、建築物内に電源が供給されており、プロジェクトの実施に支障はない。

(6) 験潮儀システムのプロジェクトサイト

験潮儀システムのプロジェクトサイトであるチョットグラム験潮所は道路からのアクセスが可能である。既存の機材は太陽光発電により電源を確保している。同様に、本プロジェクトも太陽光発電による電源確保が必要である。

2-2-2 自然条件

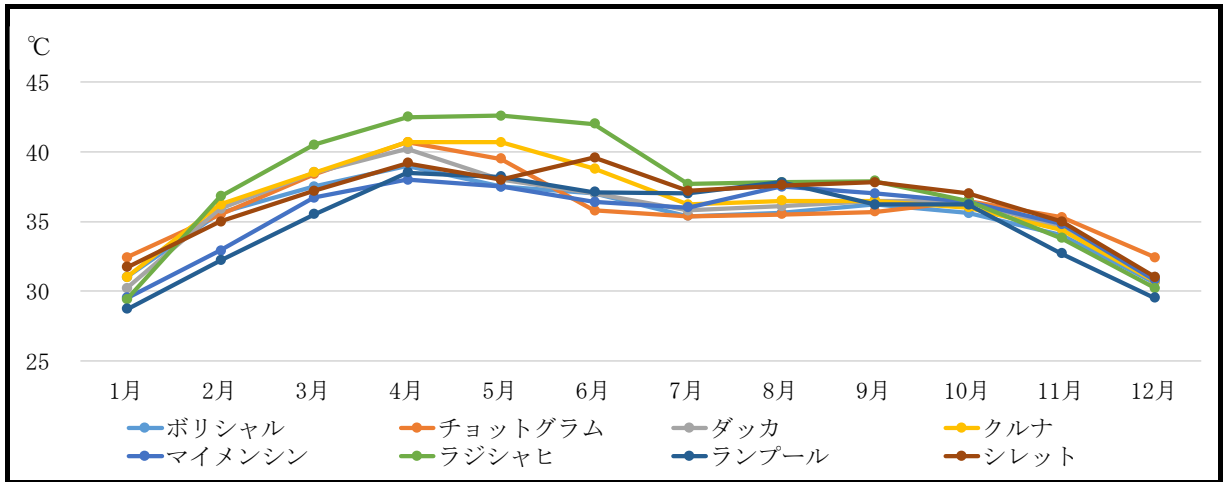
(1) 気温

平均最高気温は25～35℃である。3月から11月にかけて気温の高い期間が続くが、乾季や夜間には寒くなることもある。2014年にはラジシャヒ管区で最高気温が42.6℃に達している。

表 2.5 月別最高気温 (2006年～2017年の平均値) (単位:℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ボリシャル	31.00	35.60	37.50	39.00	37.50	37.00	35.40	35.60	36.20	35.60	34.00	30.60
チョットグラム	32.40	35.50	38.40	40.70	39.50	35.80	35.40	35.50	35.70	36.50	35.30	32.40
ダ ッ カ	30.20	35.90	38.50	40.20	38.00	37.00	35.80	36.10	36.50	36.50	34.50	31.00
ク ル ナ	31.00	36.20	38.50	40.70	40.70	38.80	36.20	36.50	36.50	36.00	34.40	30.70
マイメンシン	29.50	32.90	36.70	38.00	37.50	36.40	36.00	37.50	37.00	36.40	34.80	30.80
ラジシャヒ	29.40	36.80	40.50	42.50	42.60	42.00	37.70	37.80	37.90	36.50	33.80	30.20
ランプール	28.70	32.20	35.50	38.50	38.20	37.10	37.00	37.80	36.20	36.20	32.70	29.50
シレット	31.70	35.00	37.20	39.20	38.00	39.60	37.20	37.60	37.80	37.00	35.00	31.00

出典：バングラデシュ気象局



出典： Bangladesh Meteorological Department

図 2.3 月別最高気温 (2006年～2017年の平均値) (単位: °C)

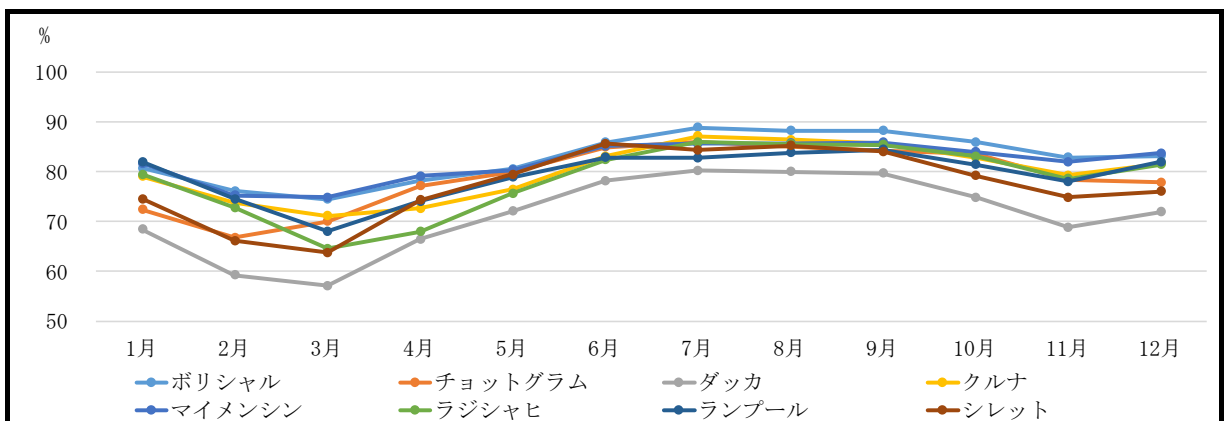
(2) 湿度

Bangladesh の気候は、典型的な熱帯モンスーンであり、全国的に一年を通して湿度が高い。特に雨の多い6月～10月は月間の平均湿度が80%～90%程度である。

表 2.6 月別平均湿度 (2006年～2017年の平均値) (単位: %)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ボリシャル	81	76	74	78	81	86	89	88	88	86	83	83
チョットグラム	72	67	70	77	80	85	86	85	84	84	78	78
ダ ッ カ	68	59	57	66	72	78	80	80	80	75	69	72
ク ル ナ	79	74	71	73	76	83	87	86	86	83	79	82
マイメンシン	82	75	75	79	80	85	86	86	86	84	82	84
ラジシャヒ	79	73	65	68	76	82	86	86	85	83	79	81
ランプール	82	75	68	74	79	83	83	84	84	81	78	82
シレット	75	66	64	74	79	86	84	85	84	79	75	76

出典： Bangladesh Meteorological Department



出典： Bangladesh Meteorological Department

図 2.4 平均湿度 (2006年～2017年の平均値) (単位: %)

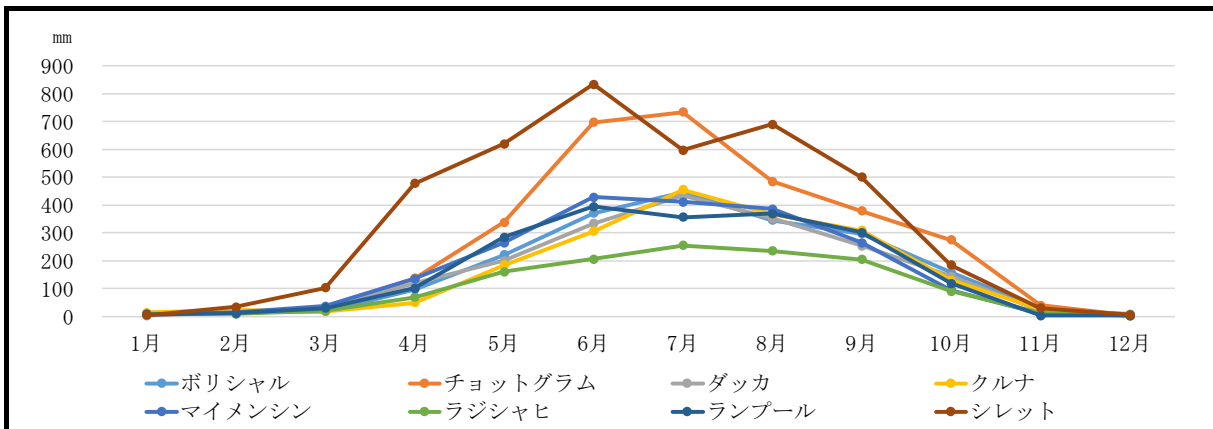
(3) 降水

雨季（5月～10月）と乾季（11月～翌年4月）に分かれている。管区によって降水量に差があり、最も降雨の多いシレット管区の年間降水量は4,000mmに近い。雨季には雨が降る日が続き、激しい風を伴うこともある。

表 2.7 月間降水量（2006年～2017年の平均値）（単位：mm）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ポリシャル	6	16	18	98	221	371	447	346	297	157	30	3	1,978
チョットグラム	5	11	31	136	338	697	733	485	379	275	40	3	3,060
ダ ッ カ	3	16	31	120	200	333	433	351	253	144	19	8	1,824
ク ル ナ	15	24	19	49	184	306	454	368	309	130	27	2	1,872
マイメンシン	7	14	37	135	265	428	412	385	264	95	9	4	2,008
ラジシャヒ	8	9	20	70	160	205	256	236	204	91	11	4	1,257
ランプール	7	11	30	102	285	395	357	369	302	119	2	3	1,990
シレット	5	33	103	477	619	833	597	691	500	184	30	5	3,924

出典：バングラデシュ気象局



出典：バングラデシュ気象局

図 2.5 月間降水量（2006年～2017年の平均値）（単位：mm）

(4) 風力

1) サイクロン

5月頃から10月頃にかけて、ベンガル湾で発生した亜熱帯性低気圧が発達してできたサイクロンが沿岸部を直撃し、暴風雨によって多くの被害を発生させている。特にチョットグラム管区、ポリシャル管区で過去に大きなサイクロンを記録している。

表 2.8 バングラデシュで発生した主要なサイクロン

発生日 (年/月/日)	状況	場所	最大風速 (km/時)	最大 上昇 潮位 (ft)	中心 気圧 (mbs)
1960/10/11	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	160 (=44m/s)	15	-
1960/10/31	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	193 (=54m/s)	20	-
1961/5/9	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	160 (=44m/s)	8-10	-

発生日 (年/月/日)	状況	場所	最大風速 (km/時)	最大 上昇 潮位 (ft)	中心 気圧 (mbs)
1961/5/30	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム (フェニ近辺)	160 (=44m/s)	6-15	-
1963/5/28	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム～ コックスバザール	209 (=58m/s)	8-12	-
1965/5/11	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム～ ポリシャル沿岸部	160 (=44m/s)	12	-
1965/11/5	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	160 (=44m/s)	8-12	-
1965/12/15	猛烈な低気圧性暴風雨	コックスバザール	210 (=58m/s)	8-12	-
1966/11/1	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	120 (=33m/s)	20-22	-
1970/10/23	猛烈な低気圧性暴風雨 (ハリケーン級)	クルナ～ポリシャル	163 (=45m/s)	中程度	-
1970/11/12	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	224 (=62m/s)	10-33	-
1974/11/28	猛烈な低気圧性暴風雨	コックスバザール	163 (=45m/s)	9-17	-
1981/12/10	低気圧性暴風雨	クルナ	120 (=33m/s)	7-15	989
1983/10/15	低気圧性暴風雨	チョットグラム	93 (=26m/s)	-	995
1983/11/9	猛烈な低気圧性暴風雨	コックスバザール	136 (=38m/s)	5	986
1985/5/24	猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	154 (=43m/s)	15	982
1988/11/29	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	クルナ	160 (=44m/s)	2-14.5	983
1990/12/18	低気圧性暴風雨	コックスバザール沿岸部	115 (=32m/s)	5-7	995
1991/4/29	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム	225 (=63m/s)	12-22	940
1994/5/2	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	コックスバザール～ テクナフ沿岸部	278 (=77m/s)	5-6	948
1995/11/25	猛烈な低気圧性暴風雨	コックスバザール	140 (=39m/s)	10	998
1997/5/19	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	シタクンドゥ	232 (=64m/s)	15	965
1997/9/27	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	シタクンドゥ	150 (=42m/s)	10-15	-
1998/5/20	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨	チョットグラム沿岸部	173 (=48m/s)	3	-
2000/10/28	低気圧性暴風雨	サンダルバン沿岸部 (モングラ近辺)	83 (=23m/s)	-	-
2002/11/12	低気圧性暴風雨	サンダルバン沿岸部 (ライマンガル川近辺)	65-85 (=24m/s)	5-7	998
2004/5/19	低気圧性暴風雨	コックスバザール沿岸部 (テクナフ～アクヤブ沿岸部)	65-90 (=25m/s)	2-4	990
2007/11/15	ハリケーン風を伴う 猛烈な低気圧性暴風雨 (Cyclone SIDR)	クルナ～ポリシャル沿岸部 (バレシャワル川近辺)	223 (=62m/s)	15-20	942
2009/5/25	低気圧性暴風雨 (Cyclone AILA)	西ベンガル～クルナ (サガール沿岸部)	70-90 (=25m/s)	4-6	987

発生日 (年/月/日)	状況	場所	最大風速 (km/時)	最大 上昇 潮位 (ft)	中心 気圧 (mbs)
2013/5/16	低気圧性暴風雨 (Cyclone MAHASEN)	ノアカリ～ チョットグラム沿岸部	100 (=28m/s)	-	-
2015/7/30	低気圧性暴風雨 (Cyclone KOMEN)	チョットグラム～ コックスバザール沿岸部	65 (=18m/s)	5-7	988
2016/5/21	低気圧性暴風雨 (Cyclone ROANU)	ポリシャル～ チョットグラム沿岸部	128 (=36m/s)	4-5	992
2017/5/30	猛烈な低気圧性暴風雨 (Cyclone MORA)	チョットグラム～コックスバ ザール沿岸部、クトゥビア近辺	146 (=41m/s)	-	-

出典：バングラデシュ気象局

2) 竜巻

乾季から雨季への変わり目となる4～5月頃、気圧変化の影響及び風向が変わることにより竜巻が発生する。影響を受けている地域は、主にベンガル湾沿岸部である。

表 2.9 バングラデシュで発生した主要な竜巻

発生日	発生場所	被災面積 (km ²)	継続時間 (分)	最大風速 (km/時)	死亡者数	被災者数	被災額 (百万タカ)
1969/4/14	デムラ	155.5-168.4	5-7	644	922	16,511	40-45
1973/8/17	マニクガンジ	20.7	8-10	322	100	1,000	10
1974/4/10	ファリドプール	25.9-39.9	12-15	242	46	算定不能	数百万タカ
1974/4/11	ボグラ	25.9-31.1	10-15	242	28	75	10
1976/5/9	ナラヤンガンジ	2.59	1-2	242	1	42	数百万タカ
1977/4/1	ファリドプール	51.8	2-3	322	500	6,000	12
1989/4/26	サトゥリア	150.2	数分間	388-419	526	算定不能	数百万タカ
1990/4/20	シラジゴンジ	77.7	40	193	29	2,000	-
1991/5/7	ガジプール	-	数分間	298	46	400	-
1991/5/18	グラナディ	207.2	数分間	251	17	400	-
1995/5/8	ロウハジャング	-	数分間	250	34	数百人	-
1996/5/13	タンガイル	6地区16村落	5-8	320-400	570	30,000	-
2013/4/22	ブラモンバリア	20村	数分間	170	31	500	-

出典：バングラデシュ気象局

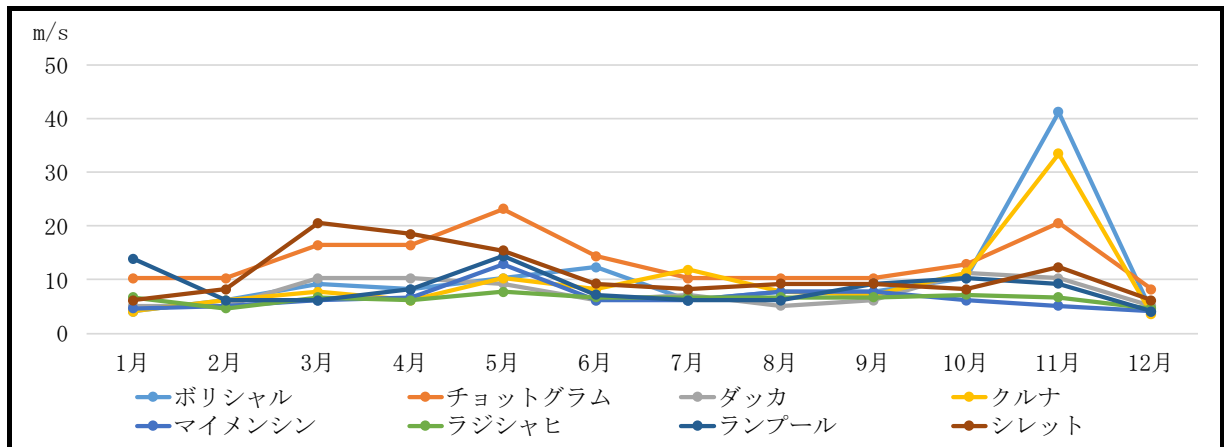
3) 風速

サイクロンや竜巻による影響で、チョットグラム管区、ポリシャル管区、クルナ管区において強風が記録されている。

表 2.10 月別最大風速 (2006年～2017年の最大値) (単位:m/s)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ボリシャル	4.12	6.17	9.26	8.23	10.29	12.35	6.17	7.72	7.72	10.29	41.16	4.12
チョットグラム	10.29	10.29	16.46	16.46	23.15	14.40	10.29	10.29	10.29	12.86	20.58	8.23
ダ ッ カ	5.14	5.14	10.29	10.29	9.26	6.17	7.20	5.14	6.17	11.32	10.29	5.14
ク ル ナ	4.12	6.17	7.72	6.17	10.29	8.23	11.83	7.72	7.20	11.32	33.44	3.60
マイメンシン	4.63	5.14	6.17	6.69	12.86	6.17	6.17	7.72	7.72	6.17	5.14	4.12
ラジシャヒ	6.69	4.63	6.69	6.17	7.72	6.69	6.69	6.69	6.69	7.20	6.69	4.63
ランプール	13.89	6.17	6.17	8.23	14.40	7.20	6.17	6.17	9.26	10.29	9.26	4.12
シレット	6.17	8.23	20.58	18.52	15.43	9.26	8.23	9.26	9.26	8.23	12.35	6.17

出典：バングラデシュ気象局



出典：バングラデシュ気象局

図 2.6 月別最大風速 (2006年～2017年の最大値) (単位:m/s)

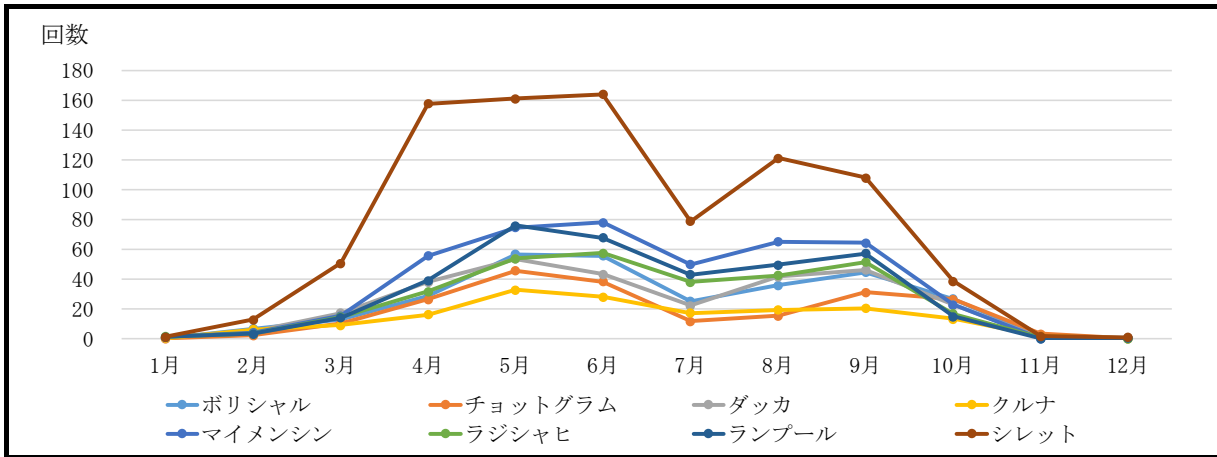
(5) 落雷

4月から9月の雨季に落雷が多く発生する。特にシレット管区は落雷が多い。

表 2.11 落雷発生回数 (2006年～2017年の平均値)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ボリシャル	0.3	6.4	12.9	28.6	56.4	55.4	24.8	35.8	44.4	26.4	1.7	0.0	293.1
チョットグラム	0.0	2.1	9.9	26.3	45.4	38.2	11.6	15.2	31.1	26.2	3.1	0.3	209.4
ダ ッ カ	0.4	4.7	17.0	37.7	53.4	43.2	22.1	41.6	45.9	22.6	0.5	0.4	289.5
ク ル ナ	0.3	6.0	8.8	16.0	32.6	27.7	17.0	19.2	20.1	13.0	1.5	0.0	162.2
マイメンシン	1.1	3.8	15.2	55.4	74.3	77.7	49.6	64.8	64.1	22.5	0.0	0.2	428.7
ラジシャヒ	1.3	3.1	14.5	31.4	53.7	57.2	37.9	42.2	51.3	16.6	0.6	0.0	309.8
ランプール	0.9	3.1	13.8	38.8	75.8	67.5	42.9	49.5	57.1	14.7	0.0	0.1	364.2
シレット	1.0	12.5	50.5	157.5	160.9	163.8	78.5	120.9	107.9	38.3	1.5	0.7	894.0

出典：バングラデシュ気象局



出典：バングラデシュ気象局

図 2.7 落雷発生回数 (2006年～2017年の平均値)

(6) 地震

地震の発生頻度は少なく、近年は地震による大きな被害はほとんど記録されていない。ただし、稀にマグニチュード6.0を超える地震が発生している。

表 2.12 バングラデシュ (周辺含む) において発生した地震

発生日	震源地				地震の 大きさ(*)	発生日	震源地				地震の 大きさ
	北緯		東経				北緯		東経		
	度	分	度	分			度	分	度	分	
1918/7/8	24	30	91	0	7.6	2012/9/29	6	10	92	46	5.3
1923/9/9	25	18	91	0	7.1	2012/10/3	26	51	92	48	5.1
1930/9/2	25	30	90	0	7.1	2012/10/16	36	14	69	47	5.0
1932/3/24	25	0	90	0	7.4	2012/11/11	23	47	95	55	6.6
1932/3/27	24	30	92	0	7.4	2012/11/11	22	47	95	43	5.7
1932/11/9	26	30	92	0	7.4	2012/11/12	23	13	95	59	5.7
1933/3/6	26	0	90	30	7.6	2012/12/22	22	24	94	36	5.5
1935/5/21	28	48	89	18	6.3	2013/1/9	25	20	94	57	5.9
1941/1/21	27	0	92	0	6.8	2013/3/2	24	14	92	0	5.4
1954/2/23	28	30	91	30	6.5	2013/3/6	28	18	82	4	5.0
1959/2/22	28	30	91	30	5.7	2013/4/1	23	24	95	58	5.0
1964/2/18	27	30	91	6	5.6	2013/4/3	18	43	95	3	5.8
1967/9/6	24	6	91	42	5.0	2013/4/4	19	18	95	44	5.7
1967/9/15	27	24	91	48	5.8	2013/4/11	19	29	95	56	5.2
1967/11/14	25	0	91	30	5.1	2013/4/16	28	49	95	8	5.3
1968/12/27	24	6	91	36	5.2	2013/8/2	24	5	94	40	5.2
1969/11/5	27	42	90	12	5.0	2013/10/3	27	16	88	24	5.5
1970/7/25	25	42	88	30	5.2	2013/11/6	26	12	93	4	5.5
1971/2/2	23	48	91	48	5.4	2014/1/29	23	52	93	42	5.2
1976/6/23	21	24	88	42	5.3	2014/5/21	18	8	87	50	6.1
1984/5/21	23	42	91	30	5.3	2014/9/9	22	6	93	36	5.3
1984/9/30	25	24	91	30	5.4	2014/11/17	20	42	94	24	5.5

発生日	震源地				地震の 大きさ(*)	発生日	震源地				地震の 大きさ
	北緯		東経				北緯		東経		
	度	分	度	分			度	分	度	分	
2007/5/20	27	15	88	44	5.3	2014/11/22	23	31	93	31	5.6
2008/7/5	26	7	91	39	5.1	2015/4/21	29	29	81	56	5.0
2009/9/21	27	40	91	36	6.4	2015/4/25	28	5	84	52	7.5
2009/10/30	27	29	91	36	5.2	2015/4/25	27	43	85	49	5.1
2009/12/31	27	31	91	15	5.4	2015/4/25	28	11	84	52	6.4
2010/9/11	25	52	90	39	5.2	2015/4/25	27	55	85	39	5.4
2011/2/4	24	51	94	35	6.4	2015/4/25	27	44	85	55	5.0
2011/2/24	19	26	94	3	5.0	2015/4/25	27	52	85	34	5.0
2011/3/24	20	7	99	49	6.8	2015/4/25	27	59	84	43	5.0
2011/3/24	20	30	99	47	5.4	2015/4/25	27	38	85	30	5.3
2011/3/25	20	48	99	48	5.0	2015/4/25	28	26	87	20	5.7
2011/5/5	30	21	80	36	5.0	2015/4/25	27	59	85	26	5.0
2011/5/15	36	41	70	59	5.9	2015/4/25	28	9	84	40	5.2
2011/6/3	9	41	92	53	5.6	2015/4/25	28	12	85	49	5.3
2011/6/20	24	59	98	50	5.3	2015/4/26	27	34	84	53	5.6
2011/8/9	24	48	98	44	5.0	2015/4/26	27	48	86	11	6.6
2011/9/18	27	48	88	17	6.8	2015/4/26	27	42	85	50	5.0
2011/9/18	27	31	88	41	5.3	2015/4/26	27	46	85	47	5.3
2011/10/20	21	32	70	9	5.1	2015/4/27	26	59	88	18	5.3
2011/11/7	36	28	71	0	5.5	2015/5/12	27	46	86	10	7.1
2011/11/21	24	49	95	3	5.9	2015/5/12	27	54	86	19	5.6
2011/11/28	25	14	97	38	5.1	2015/5/12	27	52	86	23	5.3
2011/12/1	7	39	93	54	5.3	2015/5/12	27	40	86	17	6.0
2011/12/3	7	31	93	57	5.4	2015/5/12	27	38	85	56	5.0
2012/3/6	8	21	93	28	5.5	2015/5/12	27	49	85	49	5.1
2012/3/12	36	13	73	3	5.7	2015/5/12	27	43	86	3	5.2
2012/4/11	2	3	92	26	8.7	2015/5/13	27	43	84	18	5.1
2012/4/11	0	41	92	27	8.1	2015/5/16	27	32	86	13	5.6
2012/4/14	6	17	91	51	5.4	2015/6/13	14	6	93	30	5.2
2012/4/15	2	34	92	6	6.2	2015/6/28	26	38	90	27	5.4
2012/4/21	1	40	93	12	6.1	2015/8/23	27	42	86	13	5.0
2012/4/25	8	59	93	8	5.7	2015/11/19	27	54	85	36	5.0
2012/4/30	1	45	89	16	5.7	2015/11/27	22	38	95	0	5.4
2012/4/30	15	2	93	11	5.4	2015/12/19	29	26	81	39	5.3
2012/5/11	25	52	92	59	5.3	2016/1/4	24	50	93	15	6.6
2012/6/11	35	16	68	56	5.4	2016/2/5	27	39	85	8	5.1
2012/6/11	36	9	69	18	5.6	2016/2/22	28	7	85	3	5.1
2012/7/1	25	31	94	42	5.5	2016/4/13	23	21	94	26	7.2
2012/7/10	25	38	96	8	5.2	2016/8/1	21	24	94	36	5.0
2012/7/12	36	7	70	36	5.8	2016/8/23	23	45	94	24	5.0
2012/7/15	25	29	94	29	5.6	2016/8/24	21	0	94	36	6.8

発生日	震源地				地震の 大きさ(*)	発生日	震源地				地震の 大きさ
	北緯		東経				北緯		東経		
	度	分	度	分			度	分	度	分	
2012/7/19	37	25	71	59	5.7	2016/11/28	27	51	86	34	5.3
2012/7/22	25	16	96	9	5.2	2017/1/3	24	4	92	5	5.5
2012/7/29	23	6	94	12	5.6	2017/1/4	23	17	94	30	5.1
2012/8/3	26	29	96	31	5.1	2017/2/24	24	8	93	30	5.0
2012/8/23	28	17	82	51	5.0	2017/8/3	24	18	93	30	5.1
2012/9/13	36	45	71	43	5.1	2017/11/18	29	30	95	0	6.3
2012/9/25	36	46	69	17	5.2	2017/12/29	22	6	94	23	5.0

*:地震の大きさはマグニチュードで示す。

出典：バングラデシュ気象局

(7) 洪水

洪水による被害が頻繁に発生する。特にチョットグラム管区等で大きな洪水被害がみられる。

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトで計画する機材は、既存の施設内に設置される。プロジェクトの実施によるサイト内や周辺に対する環境や社会への望ましくない影響が最小限、あるいは、ほとんどないと考えられ、国際協力機構環境社会配慮ガイドラインではカテゴリCに分類される。

プロジェクトの実施にあたり環境影響評価 (Environmental Impact Assessment、以下「EIA」)、初期環境調査 (Initial Environmental Examination、以下「IEE」) 等、バングラデシュ国内での環境社会配慮に関する調査、申請、許可等の手続は不要である。

2-3 その他

2-3-1 地球規模の測地基準座標系に関する国連総会決議

スマートフォンやカーナビゲーション等の普及により、容易に緯度・経度が測れ、位置が把握できるようになった。しかしながら、地球が完全な球体ではなく、その形状や自転速度が常に少しずつ変化しているため、正確な緯度・経度の測定には高度な技術を要する。様々な場所で正確な位置を測り、地球の正確な形状とその変化を知ることは、情報化社会の発展や社会生活の安全、利便性向上において、必要かつ重要である。

2015年2月に行われた国連総会では、正確な緯度・経度測定の重要性を認め、世界各国で連携して「地球規模の測地基準座標系」を維持する協力を強化することを決議している。この決議は、日本を含む52か国の共同提案であり、測量分野では初めての国連総会決議であった。

世界各国の位置の基準は、国家測量機関が整備する測地網 (三角点、水準点より構成) である。数千、数万点に上る測地網 (日本では12万点以上) を維持管理するための予算を確保することは大きな負担であるが、位置精度の維持は不可欠である。このため、維持管理が容易で測量業務を効率化でき、将来のスマート社会の実現に不可欠な電子基準点への移行が求められている。本プロジェクトは、こうした国際的潮流に合致したものである。

2-3-2 携帯電話の電波障害

(1) 背景

電子基準点の据付候補地は公共建築物の屋上であり、市街地に位置している。市街地には携帯電話のアンテナが林立し、かつバングラデシュでは 2018 年 3 月から第 4 世代移動通信システム (4th Generation、以下「4G」) へ移行しているため、4G LTE で用いられる携帯電話基地局のアンテナによる電波と、電子基準点の GNSS 衛星の受信電波とが干渉する恐れがある。そのため、1) 干渉する可能性のある周波数、2) 世界無線会議での決議 (2015 年)、3) バングラデシュにおける 4G の動向、4) 携帯電話基地局の設置状況について、バングラデシュ電気通信規制委員会 (Bangladesh Telecommunication Regulatory Commission、以下「BTRC」) が公開している情報の収集及び通信会社との面談を行った。

(2) 干渉する可能性のある周波数

携帯電話基地局からの信号が GNSS からの信号と干渉する可能性のある周波数帯域は、全地球測位システム (Global Positioning System、以下「GPS」) の L1 帯 (中心周波数 1575.42MHz) であり、GPS、Global Navigation Satellite System、(以下「GLONASS」)、準天頂衛星システム (Quasi-Zenith Satellite System、以下「QZSS」)、Galileo 及び BeiDou の衛星からの受信に影響する。日本における事例では、干渉の影響により ±2cm 程度の高さの精度劣化が生じている。

(3) 世界無線会議での決議

携帯電話基地局が使用できる周波数帯は、各国の無線通信規制を担う組織により決定されるが、国際的な大枠は世界無線通信会議 (World Radio communication Conference、以下「WRC」) の下で決定されている。バングラデシュは日本と同様に WRC の決議に従っており、航空移動の無線局と合意することを条件に、GPS の L1 帯に影響する周波数の一部を、4G の携帯電話基地局のために各国が割当てでできることになっている。日本では、2012 年以降、L1 帯の一部を 4G の携帯電話基地局に割当てており、2013 年以降、日本の一部地域で電波干渉が発生している。

(4) バングラデシュにおける 4G の動向

バングラデシュでの周波数の割当は、BTRC が担当し、国家周波数割当計画 (National Frequency Allocation Plan) として公表されている。直近では、BTRC による携帯電話基地局の無線割当スペクトルのオークションが 2018 年 2 月に実施された。これにより、バングラデシュの大都市では、4G サービスが開始されるためサービス向上に期待する報道が多い。このオークションの対象周波数は、900MHz、1,800MHz、2,100MHz であり、4G LTE にも使用可能であるが、これらの周波数は、GNSS の L1 帯に干渉する可能性は無く、現時点では問題が無い。ただし、今後、割当計画が変更される可能性もある。

(5) 携帯電話基地局の設置状況

バングラデシュでの携帯電話基地局は 400w で送受信し、設置間隔はダッカやチョットグラム等

の大都市部では約 300m、地方では約 8km である。日本の国土地理院の実例では、携帯電話の影響を受けた電子基準点は、携帯電話基地局から 1km 以内にある。

(6) プロジェクトの方向性

現時点では、携帯電話が利用する周波数は、GNSS の L1 帯に干渉しないため、特段の問題はないと考えられる。しかしながら、今後の計画が未定であるため、電波干渉が発生した場合に備えて、電波干渉の少ない地点への移設が可能な電子基準点を計画する。

一方、地方都市においても、市街地では携帯電話基地局の電波の影響を受けないような設置場所の選定は困難な可能性が高い。日本の国土地理院によれば、周波数が混信しても受信機の直前に減衰器を設置すれば、かなり改善されること、また、減衰器の価格は比較的安い部品であることから、プロジェクト完了後にバングラデシュ側で十分に対応できると思われる。

なお、今後も GNSS の L1 帯に干渉しない周波数帯を利用することが望ましいため、SOB に対して、周波数割当計画に注意を払うことを要望している。

2-3-3 再生可能エネルギー利用

2011 年に南アフリカで開催された COP17 において、2020 年を目途にすべての国が参加する地球温暖化対策に向けた枠組みの構築を目指すこととなった。地球温暖化対策には、温室効果ガスの排出を抑制することや、人為的に排出された温室効果ガスを回収することが有効な手段であり、太陽光発電は温室効果ガスの削減に有効であることが広く知られている。地球温暖化に対しては、バングラデシュも例外なく対策が求められている。

バングラデシュでは、全国民に電気を供給すること、電気の安定供給を確実にすること、適当な価格で電気を共有することを長期目標として、電力部門改善のための政策綱領 2000 (Policy Statement on Power Sector Reform 2000) を策定した。続いて、2008 年 12 月には、当時 1%であった再生可能エネルギーのシェアを 2015 年には 5%、2020 年には 10%まで拡大することを目標に、再生可能エネルギー政策 (Renewable Energy Policy) が導入された。同政策では、再生可能エネルギーとして、太陽光、風力、バイオマス、水力、地熱、潮汐等の活用を推進するものとしている。加えて、電力需要が拡大している事情もあり、特に公共建築物については、電力需要を賄うため太陽光発電パネルを導入するよう指導されている (出典:Power Division, Ministry of Power, Energy and Mineral Resources, Bangladesh)。

本プロジェクトで協力対象とする電子基準点は、すでに電源が引き込まれている公共建築物の屋上に据えつけられる。よって、電源への接続は比較的容易であるが、建築物と電子基準点の所有者・利用者が異なるため、電源への接続許可・電気料金負担の合意に相応の時間を要する恐れがある。協力対象事業の完了と同時に電子基準点の活用を確実に開始するためには、系統電源とは独立した電源を確保することが望ましい。なお、自然災害発生時等には給電 (発電・送電) 施設が機能しない恐れがあるが、独立の設備を有することで、周辺給電インフラの状況によらず

ービスを継続することが可能である。

これらに鑑み、本プロジェクトでは、独立した太陽光発電設備により電子基準点等に電気を供給する。太陽光発電による電気供給は日中に限られるため、あわせて蓄電設備を整備する。

2-3-4 座標系

世界の測量行政においては、国際地球基準座標系（International Terrestrial Reference Frame、以下「ITRF」）が一般的に広く採用されている。ITRFは、観測結果から地殻変動等を考慮し、より正確に地球の形状を表す様に順次更新されており、1992、2000、2008、2014等が存在している。他に、米国国防総省の座標系であるが、広く有名な世界測地系（World Geodetic System、以下「WGS」）がある。

SOBは、座標系にWGS84、地図投影にBangladesh Universal Transverse Mercator（BUTM）2010を採用し、地形図作成を行っている。一方、基準点の座標は、座標系にITRF1992、あるいはITRF2008を採用しており、座標系が異なっている現状がある。

表 2.13 SOBが管理する基準点

No.	対象となる基準点	座標系	備考
1	三角点	ITRF1992	標石基準点
2	水準点	標高	標石基準点、チョットグラム平均海面
3	電子基準点	ITRF2008	

SOBによれば、本プロジェクトによる電子基準点網の構築後における座標系の運用方針は、以下のとおりである。

- 地形図について、WGS84を継続する。
- 測量について、ITRF2008を正式な成果として提供する。
- ITRF2014は、国際的な活動（アジア全体での地殻変動による座標の変動を把握するプロジェクト等）で活用する。

なお、日本における座標系はITRF94（西日本と北海道）とITRF2008（東日本）を採用している。座標系の頻繁な変更は国民へ大きな負担を及ぼす恐れがあるため、今後の座標系の変更は未定となっている。我が国における過去の変更事例は以下のとおりである。

- ITRF1994への移行：測量法・同施行令改正（衛星測位への対応、世界測地系への移行）
- ITRF2008への移行：測量法施行令改正（東北地方太平洋沖地震への対応）

バングラデシュでは、測量の座標系と地形図の座標系が異なっている。地形図上でその差異が見分けられる訳ではなく、また、短期的には移行期間中の基準、整合をどう調整するのかという課題や行政コストを誰が負担するのかといった課題があるが、長期的には座標系を統一することが望ましいと考えられる。よって、本プロジェクトの実施後、座標系に関する長期的な考え方を継続して検討するよう、バングラデシュ側に求めることが必要である。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

第7次五か年計画（2016～2020年）に明記されているように、バングラデシュにおいて土地管理は喫緊の課題となっており、精度が高く効率的な地籍測量の実現が望まれている。また、全土にわたって道路、橋梁、灌漑等のインフラ開発が活発に行われており、測量の効率化が大きく期待されている。さらに、電子基準点は測量の効率化のみではなく、農業機械や建設機械の自動運転に向けた活用、物流の効率化に向けた活用が可能であり、我が国でも利活用が広がりつつある。バングラデシュにおいても、広く情報発信して利活用を促進することが求められつつある。

なお、標高計測にあたっては平均海面を決定することが不可欠であるが、バングラデシュの平均海面を決定するチョットグラム験潮所の機材は交換部品や消耗品の調達が困難であり、継続的に利用可能な機材に更新することが必要な状況である。

バングラデシュの国家測量機関 SOB は高精度かつ効率的な測量・地図作成を可能とする電子基準点の試験的導入を2011年に決定し、2018年2月現在、6点が設置・運用されている。しかしながら、観測点数が少なく点間距離が150km以上と長いため、6点の電子基準点近傍でしか実用に耐えうる精度での測量は実現されていない。さらに、標高計測にあたっては、測地学における地球の形状を示す精密な重力等ポテンシャル面（ジオイド）データの整備が必要であるが、その基準となる平均海面を決定するチョットグラム験潮所の機材は消耗品が調達できない、継続・安定した観測が実現できない等の問題を抱えている。

本プロジェクトは、バングラデシュ全土において電子基準点網を整備するとともに、平均海面の決定を行う潮位観測機材を増設するものである。バングラデシュ全土において高精度で効率的な測量・地図作成を可能とし、インフラ整備の効率化を実現するとともに、地理空間情報のデジタル化・高度活用のための基盤を整備し、もってバングラデシュ全国民が受益可能な経済成長の加速化に寄与することを目標とする。

(2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上述した目標を達成するために、バングラデシュの電子基準点網を整備するとともに、平均海面の決定を行う潮位観測機材を増設し、これらの運営・維持管理を継続的に実施できる体制を確立するものである。この中において、協力対象事業は電子基準点網の中核となる電子基準点システム75点（屋上設置型73点、可搬型2点）と電子基準点管理システム、潮位観測をする験潮儀システムの機材を調達し、運営・維持管理体制を確立するための技術指導（ソフトコンポーネント）を実施するものである。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

1) 協力の内容

バングラデシュにおいて、2018年2月現在、6点の電子基準点が設置・運用されているものの、実用に耐えうる精度での全土にわたる測量は実現されておらず、かつ、ユーザーも限定的である。バングラデシュ国全土に電子基準点ネットワークを展開し、精度を確保するため、点間距離を約40kmとし屋上設置型電子基準点システムを整備する。原則として公共建築物の屋上に据え付けるが、自然保護区等のため常設の設置が困難な南西部や島嶼部での一時的な観測、電波干渉等の要因により十分な精度のデータが取得出来ない地域での臨時的観測を行えるよう、あわせて可搬型電子基準点システムを調達する。

また、電子基準点の配点数が増えるため、精度やサービスの利便性を確保するためには、データサーバーやソフトウェアの強化も必要不可欠であり、電子基準点管理システムの拡張を行う。また、験潮儀システムを協力対象に含める。これら協力対象とする機材については、長期的な運営・維持管理が可能になるよう、過剰な技術を要しないグレードとする。

加えて、官民への利用普及や継続的な運営・維持管理技術を確立することを念頭に技術指導（ソフトコンポーネント）を協力対象に含める。

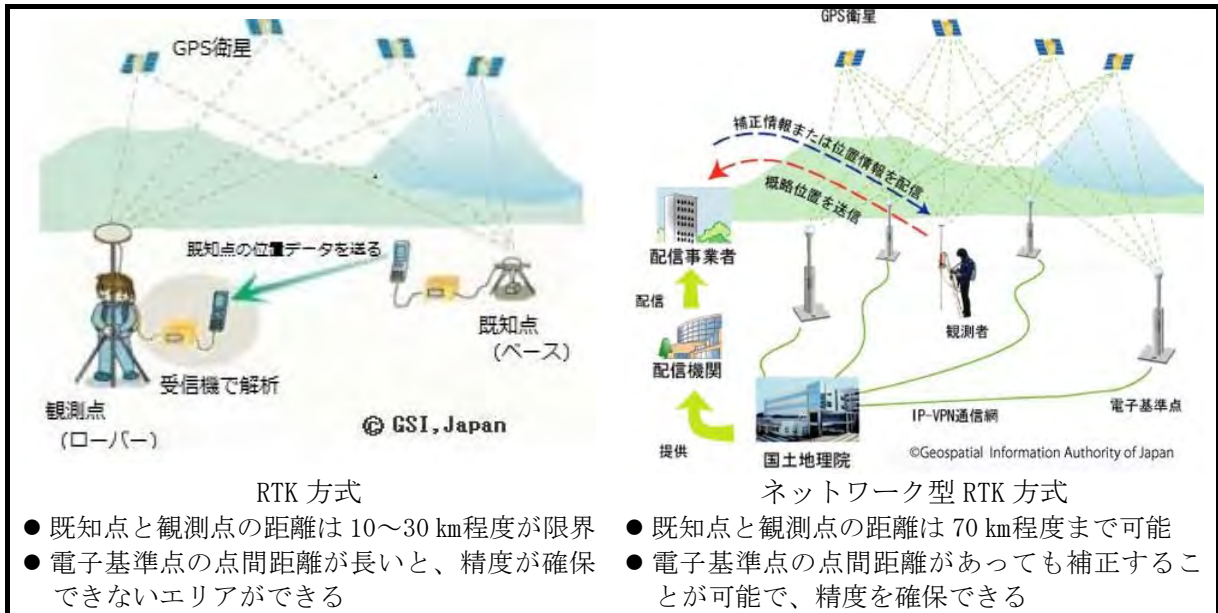
一般家具、車両等については、バングラデシュ側で整備するものとし、協力対象範囲としない。

表 3.1 協力の範囲

項目	内容
機材調達	屋上設置型電子基準点システムの調達
	可搬型電子基準点システムの調達
	電子基準点管理システムの調達
	験潮儀システムの調達
機材据付等	調達対象機材の据付、初期操作指導、運用指導
技術指導	ソフトコンポーネント

電子基準点の観測データを配信するソフトウェアは、電子基準点の配点密度、測量精度、ユーザーの利便性を考慮し、SOBがこれまで運用してきたRTK方式ではなく、ネットワーク型RTKに対応することを原則とする。本方式の採用により、測量精度が確保でき、かつ、全土にわたる利活用が可能になるため、電子基準点の利活用促進と普及に貢献することができる。

なお、電子基準点を利用した測量作業は主に日中に行うが、交通量の往來の激しい道路や鉄道の保線作業等における測量作業は夜間に実施されることが多い。また、後処理用のデータ処理は日中の測量作業と並行して実施せず、夜間に行う可能性が高い。したがって、24時間365日の運用を前提とする。



出典：国土地理院

図 3.1 RTK 方式とネットワーク型 RTK 方式との比較

2) 屋上設置型電子基準点システム、可搬型電子基準点システム

GNSS 衛星からの電波を良好に受信するために上空視界を確保し、かつ防犯対策等を考慮し、屋上設置型電子基準点システムは公共建築物屋上に据え付ける。既存の電子基準点ではアンテナ、GNSS 受信機、ソーラーパネル等が一体型となっているが、据付対象建築物の多様な形状・サイズ等に柔軟に対応できるように、分離型を採用する。また、新たな携帯電話の受信基地が設置される等の影響により、現時点で予期できない電波の受信障害が発生する可能性があるため、障害が発生した場合に移設が可能な据付方法とし、コンクリート等で固定することは避ける。

屋上設置型電子基準点システムと建築物の所有者が異なるため、付帯設備として、ガードフェンス等で区切りを設けて責任範囲を明確する。設計にあたっては、強風等の自然条件にも配慮する。また、落雷対策として避雷針とアースを設置し、電子基準点ネットワークの安定的な運用とサービス停止期間の短縮を実現する。

屋上設置型電子基準点システムで消費する電源は、太陽光発電システムにより供給する。発電電力を効率的に充電・利用するため、また、電圧と電流を安定化させるため、充放電コントローラー等の設置を行う。

なお、可搬型電子基準点システムについても、ガードフェンス等の付帯設備を除いて同様の構成とする。

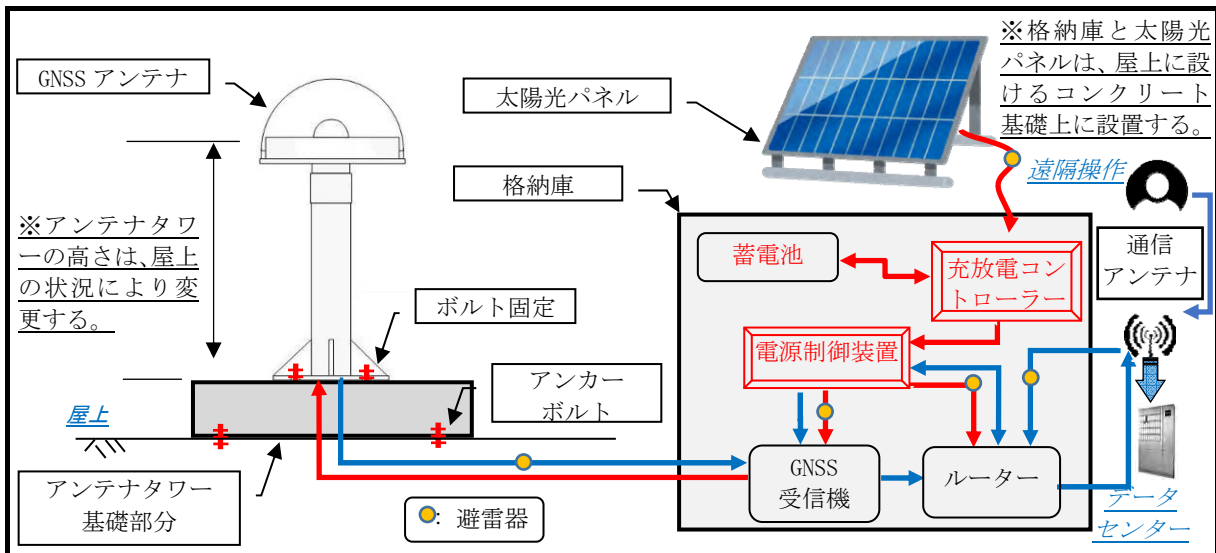


図 3.2 電子基準点 (CORS) の構成

3) 電子基準点管理システム

電子基準点の観測データの集積・蓄積、観測データの解析・配信を行う。既存 6 点の電子基準点データについては、SOB テジガオン庁舎のデータサーバーで集積・蓄積、解析・配信を行っているものの、新たに整備される電子基準点から得られるデータの解析や、拡大する測量業務等に対応できる能力を有していないため、SOB ミルプール庁舎内のサーバー室内に新たに機材を据え付ける。

電子基準点の観測データを配信するソフトウェアは、上述のようにネットワーク型 RTK に対応することを原則とする。本プロジェクト完了後のソフトウェア保守経費が増大しないよう考慮し、ソフトウェアの構成・仕様・価格を決定する。

電子基準点管理システムを稼働するためのハードウェアは、高い信頼性と可用性を確保しつつ、省エネルギー化が実現できるよう物理サーバーの数を最小化した構成とする。外部と接続する必要のある Web サーバーとデータ処理用サーバーはサイバー攻撃からのリスクを低減させるために物理的に分け、Web サーバーについては非武装地帯¹⁰ (DeMilitarized Zone、以下「DMZ」) 内に配置する。

サーバーのハードウェア障害によるシステム停止時間を最小化するために、サーバーの予備機を準備する。障害発生時に予備機を使用してシステムを稼働させ、長期間停止を防止する。

¹⁰ 組織の内部ネットワークと危険の多い外部ネットワーク（一般的にインターネット）の間に設置されている隔離されたネットワーク領域のこと。

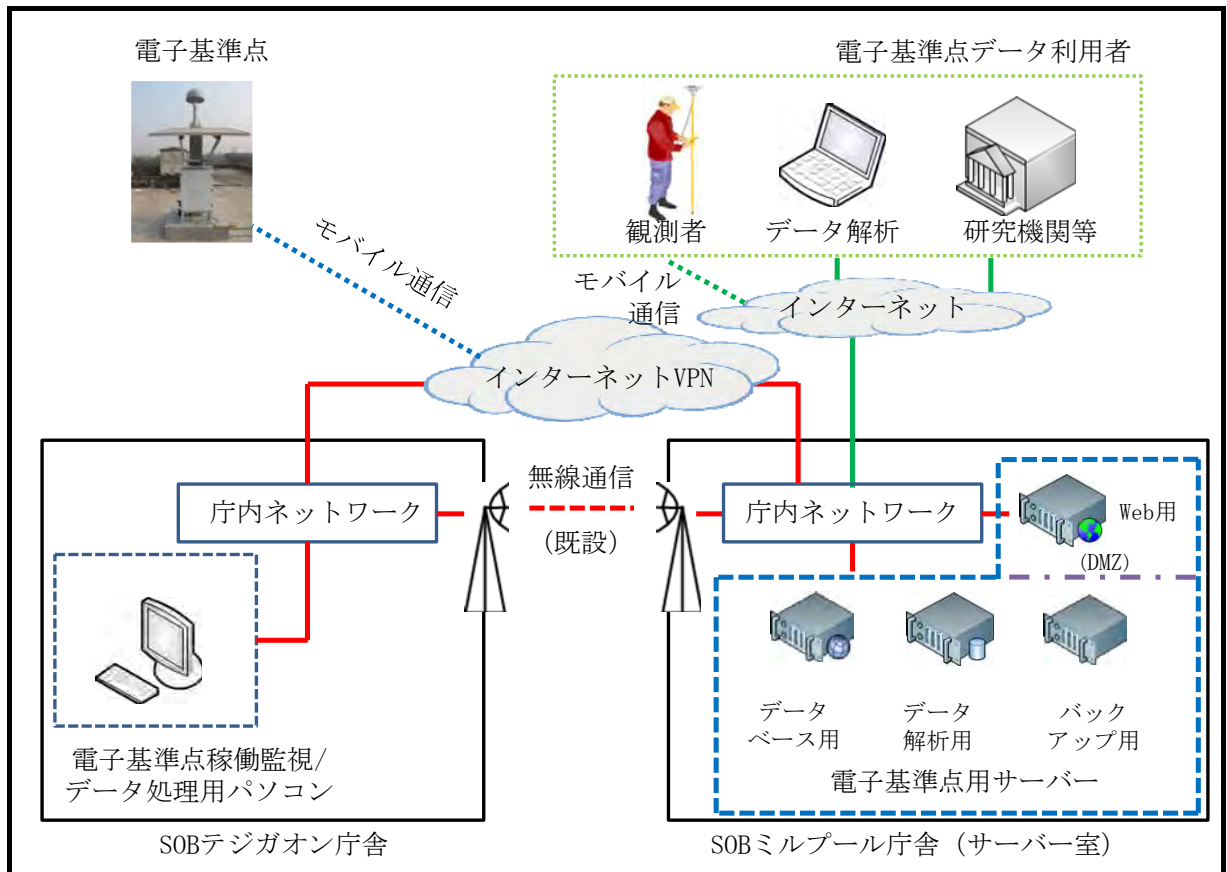


図 3.3 プロジェクト完了後の電子基準点ネットワーク構成図

他方、以下については、相手国側負担とする。

- テジガオン庁舎とミルプール庁舎とのネットワーク接続

測地課からモニタリングできる仕組みを構築するため、測地課がある SOB テジガオン庁舎とサーバー室がある SOB ミルプール庁舎はネットワーク接続されている（無線、帯域 300Mbps）。庁舎間の回線の安定化と冗長化を図るために、インターネットバーチャルプライベートネットワーク（Virtual Private Network、以下「VPN」）で接続を準備し、回線の二重化を図る。

- 外部公開用サブドメインの申請

SOBは「sob.gov.bd」のドメインを保持している。SOBのサブドメインとなるよう外部公開用のWebサーバーのアドレスをバングラデシュコンピュータ評議会（Bangladesh Computer Council）に申請する。

- SOB ネットワークへの参加

本プロジェクトで整備する電子基準点管理システムは、SOBのネットワークの一部に取り込まれる。そのために、SOBの内部イントラネットで有効なIPアドレスの発行やドメインコントローラーへの登録設定を行う。

4) 験潮儀システム

験潮儀システムは維持管理が容易な電波式験潮儀を導入する。電波式験潮儀は機材から海面ま

での距離を、機材から放射された電波が海面に反射して返ってくるまでの伝搬時間を計測することにより計測するもので、我が国においても気象庁、国土地理院において導入が進められている。我が国の気象庁では 2008 年から電波式の試験観測を始め、2011 年以降全国に展開しているが、故障のために交換した事例はない。フロート式に比べて電波式は可動部分が少ないため、故障や劣化の度合いが少なくメンテナンスが容易であること、また、電波式は他の方式と比べて精度が高いことから、国際的潮流では電波式への移行が進められている。バングラデシュにおいても BWDB が 2017 年にこの機材を 36 点に導入して観測を開始しており、BIWTA も 2020 年までに 53 点を調達予定である。

なお、電波式を導入することで、校正作業を 1 回／年程度（フロート式は 1 回／月）に減らすことができること、また、データのデジタル処理により波の影響の除去ができるため、機材を験潮井戸の外部に設置することにより、現在は 1 回／年の頻度で実施している験潮井戸の清掃（泥の除去）が不要となる等、験潮儀の維持管理にかかる手間・費用が縮減されるという利点がある。

加えて、データの自動収集とオンライン接続によるデータの送信を実現する。データの回収作業（1 回／月）が不要であり、かつリアルタイムでデータを SOB ミルプール庁舎に送信し、監視することで験潮データの異常を早期に発見でき、欠測の期間を短縮することができる。また、験潮所で得られたデータを BWDB、BIWTA、その他の関係機関がリアルタイムに近い形で共有することで、洪水予測や潮位予測等に利用されるようになる。加えて、国際機関（IOC 等）に SOB 験潮所のデータが登録されれば、世界的な海面変動の分析に利用できるようになる。

電源は、プロジェクトサイト周辺には系統電源が引き込まれていないため、太陽光発電により供給する。また、データ受信側として専用のサーバーを調達し、データの受信、処理、保管、配信の機能を持たせる。

なお、機材の増設にあたっては、験潮記録の継続性・連続性が重要であるため、新旧の機材で並行観測を行い、それぞれの機材の特性から生じる機材間の差異（器差）を特定する必要がある。

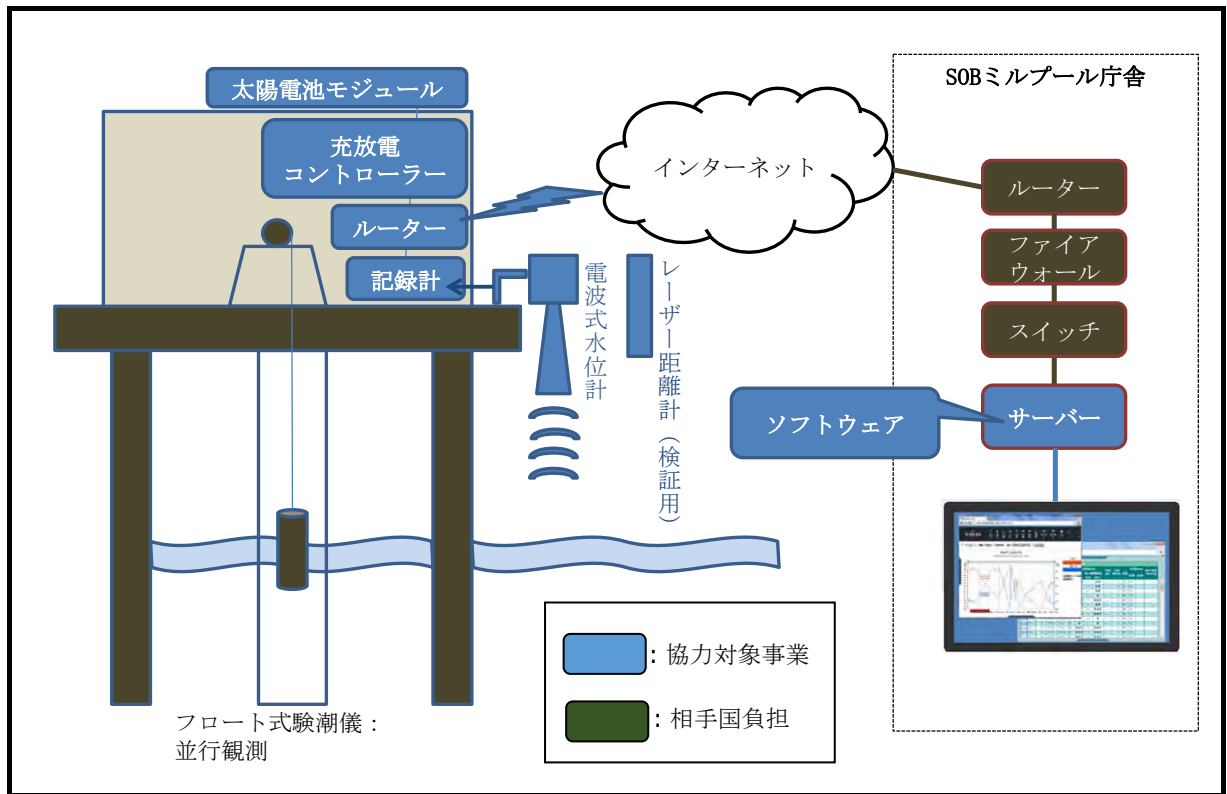


図 3.4 験潮所機材構成

5) 技術指導

SOBは2011年に設置した6点の電子基準点から収集したデータの蓄積、解析及びユーザーへのデータ配信／提供を実施しており、電子基準点（データセンター含む）の運営と維持管理に関し、一定レベルの知識と経験を有している。また、験潮所に関しても1993年の観測開始以来、現在に至るまで大きなトラブルもなく運営と維持管理を実施してきた。よって、SOBは本事業で調達する機材の運営と維持管理に関し、現時点で一定の知識と経験を有していると評価できる。

しかし、本事業で調達する機材を有効に利活用するためには、SOBがこれまで経験していない業務について技術を習得することが課題となる。これらの課題を解決するために、以下に示す事項を計画方針としたソフトコンポーネントを実施することにより機材の運営・維持管理能力の技術水準の向上を図る必要がある。

- SOBが可搬型電子基準点ネットワークの初期設定を実施し、SOB独自で運用を開始・継続するための技術と知識の確立を図る。
- SOBが験潮所の新旧機材での潮位観測データの連続性を確保するための技術と知識の確立を図る。
- SOBがネットワーク型RTK測量用データの配信とネットワーク型後処理キネマティック測量用データの提供するための技術と知識の確立を図る。
- SOBが測量分野と測量以外の分野での電子基準点データの利活用促進を目的とした広報活

動を行うための技術と知識の確立を図る。

これらの方針でソフトコンポーネントを計画し、本プロジェクトの円滑な運用開始と維持管理の持続性を確保する。

特に、験潮所については、新旧の験潮儀の器差を確認するため、新旧機材の並行観測を行う必要がある。新旧機材の観測結果の比較自体には技術的な困難はないが、新旧機材で差異が出た時の原因の発見能力やその対処法の考案については、日本の経験を学ぶことが役に立つと考えられることから、SOB 験潮担当職員に対する日本人による技術指導を検討する。無償資金協力事業の期間内で能力開発を行い、プロジェクト期間中に並行観測から一定の成果を出すことを経験し、プロジェクト期間終了後においても SOB が継続して観測を行い、さらに確実な結果を出すことを目標とする

また、ユーザーが電子基準点を利用するためには、専用の測量機材が必要になる。測量機材の価格はバングラデシュの価格水準では約 2～3 百万 BDT（約 3～4 百万円、GNSS 受信機＋ローバーのセット）と比較的高額であるが、既に政府機関だけでなく、複数の民間会社においても機材が購入されている。大規模なコンサルティング会社は勿論であるが、20 名程度の小規模な測量専門の会社においても機材購入を進めており、またレンタルも可能であることから、電子基準点のバングラデシュ全土への導入により、さらに電子基準点を活用する傾向が加速化すると考えられる。また、大手測量機材メーカーの現地代理店、測量部門を有する建設コンサルタント、測量会社からの情報によれば、単に廉価な機材ではなく、精度や耐久性等に信頼のある欧米や日本メーカーの機材に対して購入意欲が高い。電子基準点ネットワークにおいても高精度かつ安定的に維持運用されることが期待されている。

SOB は、観測・蓄積された電子基準点のデータを政府機関だけでなく、民間会社にも広く提供する計画である。既存 6 点の観測データは提供を開始しており、全国を網羅する電子基準点ネットワークに対する政府機関、民間会社等からの期待は高い。

(2) 自然環境条件に対する方針

地震の発生に配慮し、安全性が保てる建築物に機材を据え付ける。調達対象機材は、サイクロン等の強風に配慮し、ガードフェンス等の付属設備を含めて安全な構造とする。

電子基準点システムは公共建築物の屋上に設置し、洪水等の被害を避ける。あわせて、豪雨時には屋上に滞水する可能性があるため、電子基準点等の設置に先立ちコンクリート基礎を設ける。コンクリート基礎は、倒れ・移動がないよう屋上にアンカーで固定し、かつ、雨漏りがないように防水処理を施す。なお、精密機材の格納ボックスは、高温多湿、防塵対策を行う。

また、落雷に対処するため、避雷針とアースを設置する。なお、避雷針の高さは、アンテナや機材の格納ボックスを保護できる高さを確保する。また、アース接続先は、周辺への悪影響を避けるように配慮する。

(3) 社会経済条件に対する方針

バングラデシュでは恒常的に電力が不足しており、停電も多く発生する。農村部の電化も十分ではなく、停電時には都市部以上に長引く傾向である。電子基準点の据付対象となる公共建築物には系統電源が引き込まれているが、設置する建築物は他省庁の所有・管轄であるため、利用許可や同意を得ることは非常に困難である。このため、電子基準点システムの電源は系統電源と連系せず、独立型の太陽光発電を採用する。あわせて、夜間や雨天時を含めて24時間365日の運用を可能にするため、蓄電池を整備する。

また、道路、鉄道、バス等の公共交通ネットワークが十分に発達しておらず、電子基準点システムに何らかの故障や問題が発生した場合、速やかに発生場所にアクセスすることは困難である。あわせて、SOBは地方部に支所等の組織は有しておらず、首都ダッカに職員が集中している。地方部における故障や問題に迅速に対応することが難しいため、携帯電話網を活用したリモートコントロールシステムを採用する。

(4) 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

1) 資機材の調達先に対する方針

電子基準点システム、驗潮儀システムの機材については、バングラデシュで機材を調達した経験がなく商流が未熟なため、また、第三国調達の明確な優位性はないため、本邦調達とする。

バングラデシュには、日本、米国、欧州等の大手測量機材メーカーの現地代理店が複数存在しており、インド等近隣国の大手測量機材メーカーの現地法人との技術提携や支援網を構築している。このため、電子基準点システムについては、スペアパーツの供給や機材の修理に十分に対応できる。さらに、これまでSOBの電子基準点の保守を担当してきた現地代理店は、これまでの保守サポート経験を踏まえ、新たな保守サポート体制構築の検討も始めており、プロジェクト完了後のメンテナンスに支障はない。

また、電子基準点管理システムの機材については、現地ICT関連企業のサービスが充実しており、継続的なメンテナンスを考慮し、現地調達とする。バングラデシュのICT関連企業は、日本、米国、欧州等の主要なサーバー及びネットワーク関連機材のサプライヤーと正規代理店契約や販売店契約を結んでいる。また、機材の調達と据付だけでなく、サーバーの初期設定、各種ネットワーク機材の接続設定から導入時の初期指導を行える技術者を抱えている。さらに、正規代理店ではスペアパーツも保持しており、サポートセンターを設置している企業や保守要員を複数名待機させている企業も存在する。なお、電子基準点管理システムのソフトウェアは、電子基準点システムと同様に、日本、米国、欧州等の大手測量機材メーカーのサポートを受ける想定である。

2) 建設事情に対する方針

本プロジェクトには、屋上設置型電子基準点システム等の据付工事が含まれる。具体的には、設備基礎工事等を実施する。プロジェクトサイトが全土に展開しているため、主要都市のみなら

ず地方・遠隔地においても施工能力の担保が求められる。バングラデシュでは技術を有する施工業者は都市部に集中しているため、遠隔地での工事には都市部から施工技術者を派遣している。このため、本プロジェクトの据付工事についても、都市部の施工技術者を地方に派遣する計画とする。

また、バングラデシュ国内では、主要な建設資材であるセメント、鉄筋、パイプ類等は自国産の製品が流通しており、現地調達が可能である。

(5) 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針

屋上設置型電子基準点システムの据付に関しては、対応が可能な複数の現地業者が存在するため、現地業者を活用する方針とする。あわせて、施工精度を確保するため邦人若しくは第三国技術者を適切に配置する。

電子基準点管理システム機材の据付、調達においては、現地 ICT 関連企業のサービスが充実しており、現地業者の活用が可能である。したがって、現地業者を活用する方針とする。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

運営・維持管理は、実施機関である SOB が実施する。SOB は、電子基準点（データサーバー含む）や験潮所を運営・維持管理してきた経験があり、落雷による故障等を除いて概ね適切に維持管理してきた。したがって、基本的な運営・維持管理は可能であると考えられる。

一方、本プロジェクトの実施に伴い、電子基準点の点数が大幅に増加する。よって、初期操作指導、運用指導、ソフトコンポーネントにより技術力の向上を図る。

(7) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

1) 電子基準点システム、電子基準点管理システム

自立発展性や持続性を確保するため、運営・維持管理が容易な機材を計画する。電子基準点については、これまで比較的良好に運用されてきたため既存 6 点のグレードと同等にする。

電子基準点の増設に伴い、電子基準点管理システム機材を SOB ミルプール庁舎の 5 階にあるサーバー室内に据え付ける。サーバー室内にサーバーラックを増設し、電子基準点ネットワークに必要なサーバー機材、ネットワーク機材、ストレージ機材、バックアップ装置、コンソール機材等を新設のサーバーラック内に格納する。すべての機材は SOB の既設ネットワーク内に参加し、SOB テジガオン庁舎の測地課からシステムをモニタリングできる構成とする。

電子基準点管理システムは増設後の合計 81 点（既存 6 点、屋上設置型 73 点、可搬型 2 点）の電子基準点の観測データが集積でき、ネットワーク型 RTK 測量用の補正データが配信可能なハードウェア構成、ソフトウェア構成とする。すべてのサーバー機材は SOB のネットワーク内に参加し、SOB の ICT 管理者の監視下で運用する。ネットワーク環境は SOB で構築されたものを利用する。サーバーは、バングラデシュ国の電力事情を考慮し、かつ、SOB における既設のサーバー構成を参考とし、物理サーバーの数量を最小化して省スペース、省エネルギー化が図られる構成と

する。また、サイバー攻撃の犠牲とならないようにセキュリティ対策を講じる。

なお、これらのシステムについて、ハードウェア障害によるシステム停止時間を最小化するためのサーバーの設置や、データの損傷や損失の防止、システム復旧時間の短縮を図るために、システムのフルバックアップの取得及び日々蓄積されるデータの自動バックアップを行う仕組みを構築する。

2) 験潮儀システム

電波式験潮儀については、世界各国において験潮業務に使用されている実績を重視してグレードを設定する。験潮データはデータ量が小さいため、データ取得、送信に必要な機材はオーバースペックとならないよう費用対効果の大きい仕様とする。電源は、太陽光発電による供給とする。

我が国気象庁の導入事例では校正頻度は1回/年程度であるが、SOBにとって初めての導入であるため、1回/月程度の校正作業により安定性を確認することが必要である。したがって、校正作業に必要なレーザー距離計をあわせて調達する。

データ受信側の機材は、SOB ミルプール庁舎5階にあるサーバー室内に設置する。SOBの既存ネットワーク内に接続し、チョットグラム験潮所からの験潮データの受信、受信データのSOB デジガオン庁舎からのアクセス、及び外部からのWebアクセスが可能な構成とする。現時点ではシステム停止によるユーザーへの影響が大きいとは考えにくいいため、冗長化は行わない。

(8) 工法/調達方法、工期に係る方針

1) 調達方法に対する方針

本プロジェクトにより調達する機材は、無償資金協力の方針に従い、一般競争入札で決定する本邦業者により調達されることを前提とする。

2) 工法に対する方針

自然条件や社会経済条件を踏まえ、適切な工法を選定する。また、現地業者の活用を考慮し、可能な限り一般的な工法とする。

3) 輸送計画に対する方針

バングラデシュ国外からの調達品は、チョットグラム港に荷揚げし、ダッカ、クルナ、ラジシヤヒの倉庫まで大型のトレーラーで陸送し、倉庫から各サイトまでを小型のトラックで輸送する計画とする。

4) 工期に対する方針

工期は、機材の製作期間、輸送期間、諸手続きに要する期間、据付工事期間、初期操作指導期間、検査・検収期間及び技術支援に要する期間を考慮して策定する。

また、バングラデシュの雨季には国土の約30%近くが水没し、沿岸部では機材の内陸輸送、据付工事が困難になることから、可能な限り乾季に内陸輸送、据付工事を実施する工程を計画する。

3-2-2 基本計画（機材計画）

(1) 全体計画

本プロジェクトで協力対象とする機材は、GNSS 衛星からの信号を受信する機材として「電子基準点システム（屋上設置型、可搬型）」、それらの信号を蓄積・配信する機材として「電子基準点管理システム」、及び験潮を行うために必要な機材として「験潮儀システム」とする。

屋上設置型電子基準点システムは、電子基準点ユニットと太陽光発電ユニットから構成する。上空視界が確保でき、設置許可取得が容易であり、かつセキュリティを確保しやすいため、公共建築物の屋上に設置する。設置対象とする建築物は県（District）、あるいは郡（Upazila）の中心都市の公共建築物とする。また、常設が難しい地点での臨時の観測を実施するため、可搬型をあわせて協力対象に含める。電子基準点ユニットで消費する電源は、太陽光発電ユニットから供給し系統電源には接続しない。

電子基準点管理システムは、電子基準点と連動してデータを管理する機材であり、データセンターユニットとソフトウェアから構成する。サーバー関連機器は、SOB ミルプール庁舎のサーバー室に設置し、電子基準点モニタリング用デスクトップ PC は測地課のある SOB テジガオン庁舎に設置する。

験潮儀システムは、水位計ユニット、太陽光発電ユニット、データセンターユニット、ソフトウェアから構成する。水位計ユニット、データ記録・送信ユニット、電源を供給する太陽光発電ユニットはチョットグラムにある既存の験潮所に設置する。験潮儀と連動するデータセンターユニット、ソフトウェアは SOB ミルプール庁舎のサーバー室に設置する。

表 3.2 調達機材一覧表

機材名称		設置・納入場所
A 屋上設置型電子基準点システム	A-1 電子基準点ユニット	公共建築物屋上
	A-2 太陽光発電ユニット	
B 可搬型電子基準点システム	B-1 電子基準点ユニット	SOB テジガオン庁舎
	B-2 太陽光発電ユニット	
C 電子基準点管理システム	C-1 データセンターユニット	SOB ミルプール庁舎、 SOB テジガオン庁舎
	C-2 ソフトウェア	
D 験潮儀システム	D-1 水位計ユニット	チョットグラム 験潮所
	D-2 データ記録・送信ユニット	
	D-3 太陽光発電ユニット	
	D-4 データセンターユニット	SOB ミルプール庁舎
	D-5 ソフトウェア	

(2) 機材計画

1) 屋上設置型電子基準点システム

A-1 屋上設置型電子基準点システム・電子基準点ユニット

電子基準点ユニットは、GNSS 衛星からの信号を受信し、それらを保存し、電子基準点管理システムにデータを送信する機材である。電子基準点ユニットの構成と主要な仕様は下表のとおりである。

表 3.3 屋上設置型電子基準点システム・電子基準点ユニットの仕様

構成品	主要な仕様	数量
GNSS 受信機	<ul style="list-style-type: none"> ● 捕捉衛星：GPS、GLONASS、QZSS ● 国土地理院測量機器検定：1 級 ● 受信可能信号： GPS (L1, L2, L5)、GLONASS (L1, L2)、QZSS (L1, L2, L5) ● 受信チャンネル数： 打上げ予定の衛星や信号数の増加を考慮し 400 以上とする ● 精度： 高精度スタティック測量 水平 3 mm + 0.1 ppm RMS 高さ 3.5 mm + 0.4 ppm RMS 短縮スタティック測量 水平 3 mm + 0.5 ppm RMS 高さ 5 mm + 0.5 ppm RMS RTK 単基線<30 km 水平 8 mm + 1 ppm RMS 高さ 15 mm + 1 ppm RMS ● 防塵／防水：IP67 (IEC60529) 規格以上 ● 記録容量： 上述の捕捉衛星の 1 秒サンプリングの観測データが 90 日以上保存できること 	73
GNSS アンテナ	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛星信号の捕捉：GPS、GLONASS、QZSS ● 国土地理院測量機器検定：1 級 ● チョークリングアンテナ、カバー用ドーム付 ● 防塵／防水：IP67 (IEC60529) 規格以上 	73
アンテナタワー	<ul style="list-style-type: none"> ● 高さ：2 m ● 材質：ステンレス鋼材 ● 建物屋上に設置する基礎部分にボルト固定できること 	73
傾斜計	<ul style="list-style-type: none"> ● 気泡管等により GNSS アンテナの傾きを把握する ● 電源等が必要のない簡易なものとする 	73
携帯電話 モジュール、 または通信ルーター	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 観測データをデータセンターに送信する機能 ※格納庫内に設置するため、電波強度等に留意すること ● 2G (GSM)、3G、4G 対応 ● VPN 通信対応 ● SIM スロット：2 つ以上 ● アンテナ：格納庫の外に設置できること、屋外用、高利得 ● バングラデシュ国の法令を遵守すること 	73

構成品	主要な仕様	数量
携帯電話用 SIM カード	<ul style="list-style-type: none"> ● バングラデシュ国内の携帯電話用 SIM カード ● データ通信が可能なもの ● 通信ルーターに 2 社の SIM カードをセットする ● 2G (GMS) 、3G、4G 対応 ● VPN 通信対応 	73
電源制御装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 遠隔で GNSS 受信機、ルーター等の電源制御をおこなう ● コンセント数：2 個以上 ● 機能：死活監視による電源制御 (OFF、ON) 、ネットワークによる電源制御 (OFF、ON) 	73
格納庫	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 受信機、通信設備、蓄電池等の格納 ● 格納庫内の冷却、または温度調整機能 ● 防塵/防水：IP55 (IEC60529) 規格以上 ● 防錆、耐塩に配慮すること 	73
避雷器	<ul style="list-style-type: none"> ● 雷等によって発生した瞬間的な過渡的過電圧 (サージ) を制限し、GNSS 受信機等を保護する ① GNSS アンテナと GNSS 受信機間 ② 通信ルーターと外部アンテナ間 ③ 電源制御装置と GNSS 受信機間 ④ 電源制御装置と通信ルーター間 	73
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	5
代用品	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 受信機 (電源ケーブルを含む) ● GNSS アンテナ (アンテナケーブルを含む) ● 携帯電話モジュール、または通信ルーター (電源ケーブルを含む) 	2

① GNSS 受信機の捕捉衛星

捕捉する GNSS 衛星は、実用性、安定性、世界的な普及状況等を考慮し、GPS、GLONASS、QZSS を要求仕様とする。

② 受信可能信号

GPS は、L1 (周波数：1575.42MHz) 、L2 (1227.60MHz) 、及び L5 (1176.45MHz) の測位信号を送信している。GNSS 測量では、3km 以下の近距離では 1 周波 (L1) のみ受信できれば支障がないが、3km 以上の長距離では電離層の影響があるため 1 周波のみでは測量精度を確保することができない。測量精度を確保するためには L1、L2 両方に対応できる機器が必要となる。さらに、L5 の周波を利用することで、観測時間を短縮することが可能となるため、GNSS 受信機、アンテナは 3 周波以上を受信できる仕様とする。

③ 受信チャンネル数

現在、ダッカ上空で確認できる測位衛星は 50 以上であり、今後、さらに増加していく見通しである。また、各測位衛星の信号の近代化により、新たな信号も増えていくことも計画されている。このため、バングラデシュ国上空で受信可能な測位衛星、及びそれらの信号を受信できるチャン

ネル数を 400 チャンネル以上の仕様とする。

④ 観測データの取得間隔及び記録

GNSS 衛星から取得する観測データの取得間隔は、GNSS 測量での使用条件や使用頻度を考慮し、1 秒間隔のみを要求仕様とする。なお、その他の取得間隔のデータ（5 秒間隔、30 秒間隔等）は、GNSS データ解析ソフトウェアで対処できるため、GNSS 受信機では設定しない。

また、捕捉する GNSS 衛星は GPS、GLONASS、QZSS の 3 種であるが、機材の故障等により観測データを送信できない場合には SOB が現場訪問してデータを取得できるよう、観測データを一定期間保存できる記録能力を GNSS 受信機に確保する。SOB 職員による巡回頻度は 1 回/3 か月であるため、90 日間のデータが保存できる容量とする。

日本の国土地理院が定めている「マルチ GNSS 測量マニュアル（案）」では、観測データの取得間隔や使用する衛星数が定められているので、これらも参考とした。

表 3.4 概算の GNSS 観測データ量（推定）

衛星名	想定受信衛星数	データ取得間隔	観測データ量(MB)			
			1 日分	30 日分	60 日分	90 日分
GPS	7.4	1 秒間隔	94.3	2,829	5,658	8,487
GLONASS	7.4		75.4	2,262	4,524	6,786
QZSS	4.0		30.6	918	1,836	2,754
合計	36.8		305.0	6,009	12,018	18,027

⑤ アンテナタワー

建築物の屋上には、貯水タンク、階段、他のアンテナ等の障害物が散在している場合がある。これら障害物と一定の距離を確保し、かつアンテナの上空視界を確保できるよう、タワーとこれらの障害物とを分離するだけでなく、設置するアンテナタワーの高さを確保することも重要となる。よって、アンテナの高さは 2m とする。

また、観測データの連続性を確保するため、アンテナは変動・移動することなく固定することが望ましい。耐候性や耐錆性を確保してタワー交換によるアンテナの変動を避けるよう、タワーの材質はステンレス鋼材とする。

⑥ 通信ルーター及び SIM カード

GNSS 衛星の観測データは、通信ルーターから携帯電話網を使用して、SOB ミルプール庁舎の電子基準点管理システムに送信される。バングラデシュの携帯電話市場には複数の事業者が存在するため、屋上設置型電子基準点システムのプロジェクトサイトにおいて、通信状況が良い携帯電話網を選択する。また、通信ルーターは、機密性の高い格納箱内に設置するため、電波強度に留意し、アンテナは格納庫外に設置する。

なお、ルーター等の通信機材は、バングラデシュ国の通信に関連する法令等を遵守する。

⑦ 遠隔操作による電源制御

SOB は地方事務所が無く、職員が地方には配置されていないため、電子基準点システムに何らかの問題が生じた場合、ダッカから職員が当該地に出向くことになる。しかしながら、通信ルーター等の電源オン・オフで復旧することも多いため、遠隔で電源のオン・オフを操作できるようにし、復旧時間を軽減する。

⑧ 冷却・温度調整

バングラデシュの自然条件を考慮し、GNSS 受信機、通信設備、蓄電池等の格納庫には冷却、または温度調整機能を設ける。

⑨ 防水・防塵対策

GNSS 受信機とアンテナは、国際規格 IP67 (6:完全な防塵構造、7: 水に浸しても影響がないように保護する) 以上とする。また、GNSS 受信機、通信設備、蓄電池等の格納庫は、通信ルーターの通信強度や格納庫内の温度調整機能を確保すると高度な防水性は期待できない。したがって、IP55 (5:粉塵からの保護、5: 噴流に対して保護する) とし、防水・防塵対策を図る。

⑩ 落雷対策

落雷対策として避雷針を導入する。なお、機材が保護できる十分な高さを確保する。さらに、アンテナと GNSS 受信機間等に避雷器を設置し、雷サージ等への安全性を高める。

⑪ 設計基準風速

バングラデシュでは管区別に設計基準風速が定められており、日本の最大設計基準風速 46m/秒 (沖縄等) を上回っている。このため、屋上設置型電子基準点システム (アンテナや太陽光発電ユニットを含む) の設置においては、風力による荷重 (風圧力) に十分に留意すると共に、風の影響を受けやすい屋上端部を避けて設置する。

表 3.5 管区毎の設計基準風速

No.	管区名	設計基準風速	
1	バリサル管区	260 km/h	72.2 m/s
2	チョットグラム管区	260 km/h	72.2 m/s
3	ダッカ管区	242 km/h	67.2 m/s
4	クルナ管区	252 km/h	70.0 m/s
5	マイメンシン管区	217 km/h	60.3 m/s
6	ラジシャヒ管区	202 km/h	56.1 m/s
7	ロンプール管区	210 km/h	58.3 m/s
8	シレット管区	195 km/h	54.2 m/s

出典: Bangladesh Building National Code

⑫ 代用品 (GNSS 受信機、GNSS アンテナ、通信ルーター)

GNSS 衛星の測位信号の受信は、可能な限り欠測を避けることが望ましい。このため、故障等が発生した際、修理期間中の欠測を避けるため代用品を含める。

A-2 屋上設置型電子基準点システム・太陽光発電ユニット

既存の電子基準点は、アンテナ、GNSS 受信機、太陽光発電設備等が一体型として設計されているが、本プロジェクトでは据付対象建築物の多様な形状に対応できるよう、原則として電子基準点ユニット（アンテナ、GNSS 受信機含む）とは分離して計画する。なお、電子基準点ユニット（全体、または一部）と太陽光発電ユニットを一体型とすることを妨げない。

表 3.6 屋上設置型電子基準点システム・太陽光発電ユニットの仕様

構成品	仕様	数量
太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽光を利用した直流電流の発生装置 ● 準拠規格：IEC61215（結晶系）または IEC61646（薄膜系）、IEC61730（安全性認証規格） ● 定格出力 140 W／ピーク以下（36 セル以下）のパネル ● 総出力：220 W 以上 ● モジュール変換効率：14%以上 ● 設置形態：屋上（架台）設置 	73
太陽電池架台	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池モジュールを設置する土台 ● 傾斜角 15 度 ● 防錆、耐塩に配慮すること 	73
充放電コントローラー	<ul style="list-style-type: none"> ● 上述の太陽電池モジュールの制御：充電・放電（同時可） ● デジタルメーター：V（電圧）、A（電流） 	73
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ● ディープサイクルバッテリー（密閉型、鉛蓄電池） ● 蓄電池容量：合計 2.0 kWh 以上 ● 電子基準点ユニットへの 72 時間以上の連続供給（雨天時等の無日射時） 	73
避雷器	<ul style="list-style-type: none"> ● 雷等によって発生した瞬間的な過渡的過電圧（サージ）を制限し、GNSS 受信機等の機材を保護する ① 太陽電池モジュールと充放電コントローラー間 	73
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	5

① 発電量

屋上設置型電子基準点システムの消費電力は、合計約 20Wh、480W／日となる。

表 3.7 屋上設置型電子基準点システムの消費電力

負荷項目	消費電力 (Wh)	備考
GNSS アンテナ	0.7~1.2	GNSS 受信機より供給
GNSS 受信機	3.5~5.0	
通信用ルーター	3.5~8.5	
電源制御装置	5.0 程度	
その他	3.0 程度	
合計	17.7~21.7	

系統電源に接続しないため、消費電力に加えて太陽光による発電がされない場合（雨天等）に備えて蓄電することが必要である。よって、一日当たりの消費電力の 150%に相当する 720w を発

電する計画とする。蓄電池が発熱・発火しないよう、蓄電池と太陽電池モジュールの電圧（原則として12V）を整合させることが不可欠であり、具体的には太陽電池モジュールの定格出力は140W以下（36セル以下）とする必要がある。したがって、総出力220W（110W×2）以上を要求仕様とする。

表 3.8 管区別予想発電量一覧表

管区名	月別平均日射量	年平均日射量	システムロス	システム容量	予想発電量 ^(*)
	(最小値～最大値)	(kWh/m ² /日)	(%)	(W)	(W/日)
バリサル管区	3.83～5.65	4.51	73%	220	724.31
チョットグラム管区	4.02～5.51	4.55	73%	220	730.73
ダッカ管区	4.02～5.76	4.65	73%	220	746.79
クルナ管区	3.83～5.83	4.55	73%	220	730.73
マイメンシン管区	3.82～5.86	4.64	73%	220	745.18
ラジシャヒ管区	4.03～5.95	4.87	73%	220	782.12
ロンプール管区	3.89～6.20	4.86	73%	220	780.52
シレット管区	3.94～5.62	4.57	73%	220	733.94

*: 予想発電量=年平均日射量×システムロス×システム容量（太陽電池モジュール）

参考：RETScreen, Natural Resource Canada, Government of Canada

② 蓄電池容量

蓄電池容量は、総量2.0kWh以上のディープサイクルバッテリーとする。ディープサイクルバッテリーは、他の蓄電池と比較して、少量の電流を長時間供給する能力に優れ、繰り返し充放電が可能である。また、蓄電池容量は、雨天時等の日射がなく太陽光による発電がない状況を想定し、72時間以上の連続供給を行える容量（1,440W）とする。

③ 太陽電池架台

発電効率の観点ではバングラデシュにおける太陽電池モジュールの最適傾斜角は、約22～28度の範囲である。一方で、傾斜角が大きくなると風圧が大きくなるため、設計基準風速の大きな本プロジェクトでは、傾斜角を小さくして水平に近づけることが望ましい。太陽電池モジュール表面に付着した埃等を降雨により清掃できるよう、傾斜角を15度に設定する。

2) 可搬型電子基準点システム

B-1 可搬型電子基準点システム・電子基準点ユニット

アンテナタワーを除いて屋上設置型電子基準点システムの電子基準点ユニットと共通の仕様とする。2～3週間程度の期間、固定して設置することが想定されるため、安定して据え付けることが求められる。また、可搬型のため軽量化も求められる。

なお、悪天候下では観測を実施しないため、GNSS受信機を保護する避雷器を除き、落雷対策（避雷針、アース）は含まない。また、設計基準風速も適用しない。

表 3.9 可搬型電子基準点システム・電子基準点ユニットの仕様

構成品	仕様	数量
GNSS 受信機	<ul style="list-style-type: none"> ● 捕捉衛星：GPS、GLONASS、QZSS ● 国土地理院測量機器検定：1 級 ● 受信可能信号： GPS (L1, L2, L5)、GLONASS (L1, L2)、QZSS (L1, L2, L5) ● 受信チャンネル数： 打上げ予定の衛星や信号数の増加を考慮し、400 以上とする ● 精度： 高精度スタティック測量 水平 3 mm + 0.1 ppm RMS 高さ 3.5 mm + 0.4 ppm RMS 短縮スタティック測量 水平 3 mm + 0.5 ppm RMS 高さ 5 mm + 0.5 ppm RMS RTK 単基線<30 km 水平 8 mm + 1 ppm RMS 高さ 15 mm + 1 ppm RMS ● 防塵/防水：IP67 (IEC60529) 規格以上 ● 内部メモリ：上述の捕捉衛星の 1 秒サンプリングの観測データが 90 日以上保存できること 	2
GNSS アンテナ	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛星信号の捕捉：GPS、GLONASS、QZSS ● 国土地理院測量機器検定：1 級 ● チョークリングアンテナ、カバー用ドーム付 ● 防塵/防水：IP67 (IEC60529) 規格以上 	2
アンテナタワー	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS アンテナを据え付ける機材 ● 材質：SUS304 (ステンレス鋼材) ● 軽量かつ安定性があること ● 格納庫との一体型も可とする 	2
傾斜計	<ul style="list-style-type: none"> ● 気泡管等により GNSS アンテナの傾きを把握する ● 電源等が必要のない簡易なものとする 	2
携帯電話 モジュール、 または通信ルーター	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 観測データをデータセンターに送信する機能 ※格納庫内に設置するため、電波強度等に留意すること ● 2G (GMS)、3G、4G 対応 ● VPN 通信対応 ● SIM スロット：2 つ以上 ● アンテナ：格納庫の外に設置できること、屋外用、高利得 ● バングラデシュ国の法令を遵守すること 	2
携帯電話用 SIM カード	<ul style="list-style-type: none"> ● バングラデシュ国内の携帯電話用 SIM カード ● データ通信が可能なもの ● 通信ルーターに 2 社の SIM カードをセットする ● 2G (GMS)、3G、4G 対応 ● VPN 通信対応 	2
電源制御装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 遠隔で GNSS 受信機、ルーター等の電源制御をおこなう ● コンセント数：2 個以上 ● 機能：死活監視による電源制御 (OFF、ON) ネットワークによる電源制御 (OFF、ON) 	2

構成品	仕様	数量
格納庫	<ul style="list-style-type: none"> ● GNSS 受信機、通信設備、蓄電池等の格納 ● 格納庫内の冷却、或いは温度調整機能 ● 防錆、耐塩に配慮すること ● 防塵/防水：IP55 (IEC60529) 規格以上 	2
避雷器	<ul style="list-style-type: none"> ● 雷等によって発生した瞬間的な過渡的過電圧（サージ）を制限し、GNSS 受信機等を保護する ● GNSS アンテナと受信機間に設置する ● プロトコル：GNSS ● 電源：DC 	2
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

B-2 可搬型電子基準点システム・太陽光発電ユニット

屋上設置型電子基準点システムの太陽光発電ユニットと共通の仕様とする。ただし、太陽光発電ユニットを一体型の製品とし、可搬を容易に行えることを推奨する。なお、悪天候下では観測を実施しないため、落雷対策（避雷針、アース）は含まない。また、設計基準風速も適用しない。

表 3.10 可搬型電子基準点システム・太陽光発電ユニットの仕様

構成品	仕様	数量
太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽光を利用した直流電流の発生装置 ● 準拠規格：IEC61215（結晶系）または IEC61646（薄膜系）、IEC61730（安全性認証規格） ● 定格出力 140 W/ピーク以下（36 セル以下）のパネル ● 総出力：220 W 以上 ● モジュール変換効率：14%以上 ● 設置形態：屋上（架台）設置 	2
太陽電池架台	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池モジュールを設置する土台 ● 傾斜角 15 度 ● 防錆、耐塩に配慮すること 	2
充放電コントローラー	<ul style="list-style-type: none"> ● 上述の太陽電池モジュールの制御：充電・放電（同時可） ● デジタルメーター：V（電圧）、A（電流） 	2
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ● ディープサイクルバッテリー（密閉型、鉛蓄電池） ● 蓄電池容量：合計 2.0 kWh 以上 ● 電子基準点ユニットへの 72 時間以上の連続供給（雨天時等の無日射時） 	2
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

3) 電子基準点管理システム

C-1 電子基準点管理システム・データセンターユニット

電子基準点管理システムのデータセンターユニットは、バングラデシュ全土に配置された各電子基準点からの観測データを受信・蓄積し、電子基準点管理システムを運用するために必要なハ

ードウェアである。電子基準点ネットワークのデータ管理を担うため、信頼性・可用性・保守性・機密性を確保した構成とする。

表 3.11 電子基準点管理システム・データセンターユニットの役割

項目	具体的な役割
信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムを構成するアプリケーションが正常に稼働できる ● 本プロジェクトで協力対象とする電子基準点から送信される観測データを蓄積できる ● 利用者の要求に応じて電子基準点観測データを配信できる ● ネットワーク型 RTK 測量用の補正データをリアルタイムに解析し、利用者へ送信できる
可用性	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムを安定して運用できる ● 外部からのアクセス負荷によるシステム障害の発生を防止できる ● システムメンテナンスや障害発生時によるシステム停止時間を最小限にできる
保守性	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムを構成するサーバー及び関連機器が正常に稼働しているか監視できる ● 障害時の復旧対応が容易かつ部品交換などの復旧に要する時間を最小限にできる ● 電子基準点管理システムの運用や構成に関するマニュアルや手順書が整備され、内容が把握できる
機密性	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムの外部からの不正アクセス等による情報の流出を防止できる ● 悪意のあるプログラムによるシステム障害が発生しないようにシステムを守ることができる ● 情報の改ざん、誤操作によるデータ損失による障害に備え、システムやデータをバックアップできる

機材の構成と仕様は下表のとおりとする。

表 3.12 電子基準点管理システム・データセンターユニットの仕様

構成品	仕様	数量
小規模モジュール型 データセンター	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムを運用するために必要な機材を格納する ● 空調設備、電源管理装置（電源タップ、無停電装置を含む）、環境モニタリング装置（温度、湿度）が一体型の小規模型データセンター ● サイズ：モジュール型 19 インチラック、高さ 42 ユニット以下 ● 収容ユニット数：電子基準点管理システムを構成するサーバー及びネットワーク等の関連機器（本表中「*」を付した機材）が格納できる空ユニット数を確保する ● 入出力装置：電子基準点管理システムを構成する各サーバー及び関連機器を操作するためのキーボード、ビデオモニター、マウス一体型タイプ ● 切り替え装置：入出力装置から各サーバーへ接続するための 	1

構成品	仕様	数量
	<p>バーチャルメディア機能¹¹に対応した切り替え装置と入出力ケーブル</p> <ul style="list-style-type: none"> ● バーチャルメディア：USB 接続 DVD-ROM ドライブ ● 無停電装置：ラック内に搭載された各機材へ電源を安定供給するための出力電力容量を確保し、バッテリー稼働時間は電源障害発生時に各機器を安全に終了処理するために必要な時間（15分以上）を確保する ● 入力電圧範囲：230V、50Hz に対応可能なこと ● 電源管理ソフトウェア：死活監視による電源制御（OFF、ON）電源管理、スケジュールシャットダウン/起動、ネットワークによる電源制御（OFF、ON）、アラーム監視 ● パネル：前面（施錠付き）、側面、上面（ファン付き）、背面（施錠付き） ● ブランクパネル 	
Web サーバー(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムの Web アプリケーション実行用サーバー ● Web アプリケーションの安定稼働に必要な CPU 及びメモリ、ハードディスク（容量・回転速度）を搭載する ● 外部からのアクセスを許可し、かつ外部ネットワークからの内部ネットワークへの不法な接続から守るために、Web サーバーは DMZ（非武装地帯）に設置する ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● OS：Windows Server 2016 Standard 	1
データベースサーバー(*) (DB サーバー)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムのデータベースアプリケーション実行用サーバー ● データベースアプリケーションの安定稼働に必要な CPU 及びメモリ、ハードディスク（容量・回転速度）を搭載する ● DB サーバーは外部からのアクセスが不可能な内部ネットワークに設置し機密性を確保する 外部からのアクセスは Web サーバーからの通信のみとする ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● OS：Windows Server 2016 Standard 	1
データ解析サーバー(*) (AP サーバー)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムの電子基準点データ解析アプリケーション実行用サーバー ● AP サーバーはデータ解析アプリケーションの稼働に必要な CPU 及びメモリ、ハードディスク（容量・回転速度）を搭載する ● AP サーバーは 1 台の物理サーバーに集約し、物理サーバーの数を最小化する ● AP サーバーは外部からのアクセスが不可能な内部ネットワ 	1

¹¹ バーチャルメディア機能により、切り替え装置に直接接続されている USB ドライブを接続されているサーバーに仮想ドライブとして認識させ、ソフトウェアのインストールや更新に使用することができる。

構成品	仕様	数量
	<p>ークに設置し機密性を確保する 外部からのアクセスはWeb サーバーからの通信のみとする</p> <ul style="list-style-type: none"> ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● OS：Windows Server 2016 Standard 	
バックアップサーバー ^(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システム全体のバックアップイメージの取得及び電子基準点観測データ等のデータバックアップ用サーバー ● バックアップサーバーはバックアップアプリケーションの稼働に必要なCPU及びメモリを搭載し、各サーバーのシステムイメージ及び電子基準点関連データを外部バックアップメディアに格納する ● バックアップサーバーは外部からのアクセスが不可能な内部ネットワークに設置し機密性を確保する ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● OS：Windows Server 2016 Standard 	1
予備サーバー ^(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記サーバーのハードウェア障害時に電子基準点管理システムのシステム停止時間を最小化するためのサーバー予備機 ● サーバー予備機は、上記サーバーのハードウェア障害時に電子基準点管理システムを継続させるために必要なCPU及びメモリ、ハードディスク（容量・回転速度）を搭載する ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● OS：Windows Server 2016 Standard 	1
ストレージ装置 ^(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システム全体のデータ格納装置 1年間分の1秒間隔の観測データ及び電子基準点管理システムのリプレース¹²を行うまでの期間の30秒間隔データの加工済み観測データが格納できる容量とする ● サイズ：19 インチラックマウント型 ● 電源装置：複数電源ユニット ● FC-SAN スイッチ：電子基準点管理システムのサーバー及びストレージ装置、バックアップ装置の機器を接続する 	1
バックアップ装置 ^(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システムのシステムイメージ及び観測データを外部メディアに保管する装置 ● 各サーバーのイメージ及び定期的に観測データをバックアップできる外部メディア数を確保する ● サイズ：19 インチラックマウント型 	1
ネットワーク機器 ^(*)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点からの観測データを受信及びネットワーク型RTK測量用の補正データを送信する装置 	1

¹² システム運用開始後、年数が経過しサーバーやシステムが古くなり、故障や破損する前にシステムを更新すること。リプレースは一般的には5～7年を目途に行うことが一般的である。

構成品	仕様	数量
(VPN ルーター)	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点からの観測データを受信するために必要な回線速度を確保する ● 既設/外部ネットワークを接続するために必要なポート数を確保する ● サイズ：19 インチラックマウント型 	
ネットワーク機器 ^(*) (L2 スイッチ)	<ul style="list-style-type: none"> ● SOB の既設ネットワークと接続し、Web サーバーを接続する装置 ● SOB の既設ネットワークと Web サーバーを接続するために必要なポート数を確保する ● サイズ：19 インチラックマウント型 	1
ネットワーク機器 ^(*) (L3 スイッチ)	<ul style="list-style-type: none"> ● SOB の既設ネットワークと接続し、電子基準点管理システムの各サーバー (Web サーバーを除く) と接続する装置 ● 既設ネットワークと電子基準点管理システムの各サーバーを接続するために必要なポート数を確保する ● サイズ：19 インチラックマウント型 	1
デスクトップ PC	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子基準点管理システム及び電子基準点の稼働状況のモニタリング、基線解析実行用デスクトップ PC ● 電子基準点管理システムのモニタリング用アプリケーション及び基線解析ソフトウェアの稼働に必要な CPU 及びメモリ、ハードディスク (容量・回転速度) を搭載する ● 電子基準点管理システム及び電子基準点の稼働状況をモニタリングするために必要なネットワーク装置を搭載する。 ● 筐体：デスクトップ型 ● 光学ドライブ：DVD+/-RW と同等 ● 電源装置：複数電源ユニット ● モニター：24 インチ以上、LCD ● 無停電電源装置：停電等の電源トラブル時に機器を安全に終了処理するために必要な時間 (5 分以上) を確保する ● OS：Windows 10 Professional 64bit ● アプリケーション：Microsoft Office 2016 Professional (インストールメディア付き) 	1
ネットワーク機器 (L3 スイッチ)	<ul style="list-style-type: none"> ● SOB の既設ネットワークと接続し、電子基準点システムモニタリング用デスクトップ PC と接続する装置 ● 既設ネットワークとデスクトップ PC を接続するために必要なポート数を確保する 	1
関連ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ● アンチマルウェア対策ソフトウェア：各サーバーおよびデスクトップ PC へインストールする ● バックアップソフトウェア 	1
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● システム運用監視ソフトウェア ● 電源ケーブル、ネットワークケーブル等のケーブル類：機器接続に必要な本数 	1

① システム構成

本システムが管理対象とする電子基準点が 81 点（屋上設置型、可搬型、既存を含む）と、これまでの 6 点から大きく増加するのに加え、サービス内容にはネットワーク型 RTK 測量用の補正データ配信までを含む計画である。電子基準点から配信されるデータを蓄積でき、かつリアルタイムにデータ解析ができるサーバー及びネットワーク構成とし、高負荷に耐えられ、信頼性、可用性を確保する。

システムは、電子基準点管理システムを構成するアプリケーションが動作し、各アプリケーションの役割に応じて Web サーバー、データベースサーバー、データ解析サーバー、バックアップサーバー、予備サーバーから構成され、関連機器としてストレージ装置およびネットワーク機器、これらの機器を格納するための小規模モジュール型データセンター、電子基準点管理システムおよび各電子基準点の稼働状況をモニタリングするためのデスクトップパソコンとする。

② オペレーティングシステム (OS)

現行の電子基準点管理システムのソフトウェアは Windows オペレーティングシステム (Operating System、以下「OS」) で稼働している。また多くのメーカーのアプリケーションソフトウェアは Windows OS で動作するものが主流であること、また、運用時の保守が容易であることから、本プロジェクトのサーバーに導入する OS は Windows Server とし、サーバーの CPU のコア数に応じてライセンスを購入する。バージョンは、Microsoft 社のサポートライフサイクルを考慮し、Windows Server 2016 Standard (メインストリームサポート終了：2022 年 1 月 11 日、延長サポート終了：2027 年 1 月 11 日)、または最新版とする。各メーカーのアプリケーションソフトウェアは Windows Server 2016 で動作確認済である。

③ ストレージ容量

電子基準点管理システムのアプリケーション領域に必要な容量とあわせて、各電子基準点からリアルタイムに送信される観測データを蓄積できるストレージ容量を確保する。

観測データの保存期間は、1 秒間隔のデータについては 1 年間、記録情報として加工済みの 30 秒間隔のデータについては電子基準点管理システムの更新を行うまでの期間 (標準的な更新間隔) とする。

ハードディスクの規格は、データ転送速度と信頼性を確保するため RAID10¹³構成とし、高集積化を図るため 2.5 インチドライブとする。

④ バックアップ装置

電子基準点管理システムの保守性を高め、かつ不測の事態に備えるため、各サーバーのシステムイメージ及び電子基準点関連データを定期的に外部メディアにバックアップする。バックアップデータはシステム障害時における復旧用のデータとして利用されるため、バックアップメデ

¹³ 複数のハードディスクをまとめて一台の装置として管理する技術方式の一つ。(出典：IT用語辞典参考)

アは保管が容易で信頼性が確保でき、復旧に要する期間を多く要しない形式とする。バックアップ間隔は1回/月の頻度とし、バックアップに必要な容量を準備する。

バックアップソフトウェアは、バックアップ作業の効率性を考慮し、バックアップの時刻や内容をスケジューリングする基本機能のほか、システム全体のイメージ取得、データベース等のアプリケーションを稼働したまま取得するオンラインバックアップ、バックアップサーバーのリモート管理ができる製品とする。

⑤ ネットワーク機器

各電子基準点からのデータを受信してネットワーク型 RTK 測量用の補正データを配信するための VPN ルーターや SOB の既設ネットワークおよび電子基準点管理システムの各サーバー機器の接続に必要なスイッチを導入する。

⑥ 小規模モジュール型データセンター

SOB ミルプール庁舎のサーバー室にある既存機材と同様に、空調管理、電源管理、無停電装置、環境モニタリング装置がオールインワンパッケージとなった小規模モジュール型データセンターとする。電子基準点管理システムのデータセンターユニットは全てサーバーラックの中に格納し、前面パネル、背面パネル、側面パネル、上板で閉塞する。前面パネル、背面パネルは機密性を保持するため施錠タイプとする。サーバーラックの規格は 19 インチとする。また、保守性を確保するため、サーバーラックへ搭載する際に必要なラックスライドレールやケーブルマネジメントアームを装備する。

無停電装置の最大出力電力容量は、接続される機器の電力がカバーできる容量とし、バッテリー稼働時間は、システムに支障をきたさないよう 15 分以上確保（バッテリー50%負荷時）できるものとする。

サーバー機器を操作するためのキーボード、ビデオ、マウス等（Keyboard, Video and Mouse、以下「KVM」）装置は、省スペース化を図るため、薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、以下「TFT」）モニター、キーボード、タッチパッドの一体型のものとする。また、各サーバーに接続するための入出力切り替え装置及び入出力ケーブル、ソフトウェア等のインストールや更新作業用の USB 外部デバイスを導入する。

⑦ 運用監視ソフトウェア

電子基準点管理システムの保守性を高めるため、各サーバーの運用状況を監視するソフトウェアを導入する。運用監視ソフトウェアは、システムやサービスが適切に稼働しているかどうか外部から調べる死活監視ができる仕様とする。また障害発生時への管理者への通知や自動復旧、または外部からの復旧を行えるようにし、障害対応にかかる時間やサービス停止時間の短縮を図る。また、各サーバー等の CPU やメモリ、ディスク、ネットワーク等のリソースの使用状況をモニタリングすることで、システム負荷状況を把握することができ、システムリソースを適切に分配して安定して運用することができる仕様とする。

⑧ デスクトップ PC

デスクトップ PC は、SOB テジガオン庁舎にて電子基準点の受信状況のモニタリングや観測データの抽出、基線解析ソフトウェアによりデータ解析を行うものである。また、業務に必要なオフィスソフトウェアを導入する。

⑨ セキュリティ対策

電子基準点管理システムの信頼性、機密性、保全性を高めるためアンチマルウェア対策ソフトウェアを導入する。外部から Web サーバーへのアクセスは公開ポートであるハイパーテキストトランスファープロトコル/ハイパーテキストトランスファープロトコルセキュア (Hypertext Transfer Protocol/Hypertext Transfer Protocol Secure、「HTTP/HTTPS」) 通信のみとする。内部ネットワークから各サーバーへのアクセスは SOB のネットワーク管理者により接続許可を受けた端末及びユーザーのみとする。これらの設定ができるネットワーク機器を導入する。

C-2 電子基準点管理システム・ソフトウェア

電子基準点管理システム・ソフトウェアは、全国に配置された電子基準点から観測データを収集し、それらを蓄積し、配信するためのソフトウェアである。あわせて、ネットワーク型 RTK サービスも実施できることが必要である。その他に、遠隔で電子基準点の稼働状況を把握する機能も含む。なお、トリンプル社製の電子基準点が既に設置されているため、これらも同等に扱えることを要求仕様とする。さらに、ネットワーク型 RTK サービスにおいて、主要メーカーの測量機材に対して補正データを配信できることを要求仕様とする。

表 3.13 電子基準点管理システム・ソフトウェアの仕様

構成品	仕様	数量
電子基準点管理システム	電子基準点の観測データの管理、RTK サービス、電子基準点のモニタリング等を行う統合型ソフトウェア 条件： 1) 電子基準点数： 81 点 既存 6 点、屋上設置型 73 点、可搬型 2 点：合計 81 点 2) RTK 移動局数： 100 局 機能： 1) GNSS 観測データ ● 上述の捕捉する GNSS 衛星の観測データの収集 ● GNSS 観測データの通信監理 ● GNSS 観測データの配信 フォーマット：RINEX2. x & 3. x を含むこと データ取得間隔：1 秒、2 秒、5 秒、30 秒サンプリング 組み合わせ：「GPS のみ (QZSS 含む)」、「GLONASS のみ」、「GPS (QZSS 含む) + GLONASS」 ● GNSS 観測データのデータ取得間隔の編集 2) RTK ● ネットワーク型 RTK の補正データの生成 ● ネットワーク型 RTK のサービス提供 (ユーザ管理含む)	1

構成品	仕様	数量
	補正データのリアルタイムデータ配信 フォーマット：RTCM 2.x、RTCM 3.x を含むこと ● 他の主要メーカーの測量機材への補正データの提供 3) 電子基準点 ● 機材の稼働状況のモニタリング ● 機材の遠隔メンテナンス ● 観測データの品質モニタリング 4) 変位モニタリング ● 電子基準点の座標変位のモニタリング 5) その他 ● 既存6点（トリンブル社製）の管理を同様に扱う機能 動作条件： 1) 動作環境：Windows Server 2016 Standard 2) 言語：英語	
同上マニュアル	● インストール・マニュアル ● ソフトウェア操作マニュアル ● 媒体：CD-ROM もしくはDVD、及び印刷物 ● 言語：英語	1
座標計算ソフトウェア	● 電子基準点の観測データから電子基準点の座標計算を行うソフトウェア 動作条件： 1) 動作環境：Windows 10 Pro for Workstations 2) 言語：英語	1
同上 マニュアル	● インストール・マニュアル ● ソフトウェア操作マニュアル ● 媒体：CD-ROM、DVD、及び印刷物 ● 言語：英語	2

4) 驗潮儀システム

D-1 驗潮儀システム・水位計ユニット

水位計ユニットは、驗潮儀システムのセンサー部分であり、海面の潮位変化を計測する機材である。既存の驗潮儀はフロート式だが、国際的な潮流ではフロート式から電波式の驗潮儀に切り替える動向があること、バングラデシュ国においても BIWTA や BWDB において電波式の驗潮儀の導入が進みつつあること、フロート式に比べて電波式は可動部分が少ないため故障や劣化の度合いが少なくメンテナンスが容易であることから電波式の水位計を採用する。

表 3.14 驗潮儀システム・水位計ユニットの仕様

構成品	主要な仕様	数量
電波式水位計	● 海面の潮位変化を計測するセンサー ● 計測範囲：0.5m から 11m を含む範囲 ● 計測精度：10mm より高い ● 水面の変動速度追従性能：秒間変位 2メートルまで対応	1

構成品	主要な仕様	数量
アンテナコーン	● 電波式水位計に取り付けることによりその機能を高める	1
取付金具	● 電波式水位計（アンテナコーン装着）を験潮所建屋床板に固定するための金具 ● 材質：電波式水位計を支える十分な強度と塩害に耐久性のあるもの	1
格納庫	● データ記録・送信ユニットと電力供給ユニットを格納する ● 材質：塩害に耐久性のあるもの	1
レーザー距離計	● 電波式水位計により計測した値の正確さの検証を行う ● 3次元座標値が計算可能な機能 ● 距離計を固定するための取付金具と三脚付属	1
マニュアル	● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語	2

① 計測範囲

験潮所における計測基準が験潮所床板の下 11m にあるため、これを最大範囲とする。電波式水位計には不感帯があり、一般的に 0.5m 以内の計測ができないものが多いため、これを最小範囲とする。

② 計測精度

既存の験潮儀の計測精度以上のものとする。

③ 追従性能

波が荒れた水面でも計測が可能ないように追従性能を規定する。

④ レーザー距離計

気象庁の研究報告によると、電波式水位計で計測した値の正確さの確認のためにハンドヘルド型レーザー距離計による計測値との比較を 1 回/年の頻度で実施している。チョットグラム験潮所においては潮位差が非常に大きく 5m を超える。そのため、日本において電波式水位計の正確さが確認されていることがそのまま当てはまるとは限らない。また、潮位差が大きいために干潮時には電波の放射面が大きくなることから、電波が験潮所建屋の脚部に当たらないよう水位計を験潮所建屋から離して設置する計画である。このため、三脚に固定したうえで水位計と海面との距離を三次元で計測する必要がある。気象庁の用いる機材よりも大型となるが、測量に用いるトータルステーションよりも小型で安価な仕様とする。

D-2 験潮儀システム・データ記録・送信ユニット

データ記録・送信ユニットは、水位計により計測された潮位変化を記録し、記録されたデータを送信する機材である。既存の験潮儀によるデータは SOB 職員が現地に出張して回収しているが、データに異常があった場合にその発見が遅れ、欠測期間が長引くという欠点がある。データ回収業務の効率化と欠測期間の短縮化を実現するために、データを常時送信する方式を採用する。

表 3.15 験潮儀システム・データ記録・送信ユニットの仕様

構成品	主要な仕様	数量
デジタル記録計	<ul style="list-style-type: none"> ● 水位計ユニットから出力されるアナログデータをデジタル化し、記録する機器 ● 入力電流範囲：電波式水位計の出力に適合すること ● A/D変換精度：+/-10 mm未満 ● 通信機器（3Gルーター）への信号出力間隔：6秒及び1分を選択できること 	1
3Gルーター	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタル記録計から受け取ったデータをインターネット（3Gモバイル通信）を介して送信する通信機器 ● 通信用アンテナ付属 	1
モバイル通信用SIMカード	<ul style="list-style-type: none"> ● データ通信に用いる ● バングラデシュ国のモバイルデータ通信に適合すること ● 2G、3G対応 	1
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROMもしくはDVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

① デジタル記録のA/D（アナログ→デジタル）変換精度

既存験潮儀の測定精度が1cmである。同等以上を要求仕様とする。

② デジタル記録の信号出力間隔

既存験潮儀と同様に出力間隔6秒とし、かつ解析に便利な1分間隔を選択できる仕様とする。

③ 通信ルーター

携帯電話網を利用してインターネットにアクセスし、データを送信する。チャットグラムにおいては3Gモバイル通信が利用できる。通信機材は、バングラデシュの通信に関連する法令等を遵守する。

D-3 験潮儀システム・太陽光発電ユニット

太陽光発電ユニットは、水位計ユニットとデータ記録・送信ユニットの動作に必要な電源である。験潮所周辺には系統電源が引き込まれていないため、太陽光発電による電力供給を採用する。

表 3.16 験潮儀システム・太陽光発電ユニットの仕様

構成品	主要な仕様	数量
充放電コントローラー	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池から蓄電池への電力供給と蓄電池から水位計ユニット及びデータ記録・送信ユニットへの電力供給を制御する 	1
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ● 密閉型 ● 1週間の無日照時に電力供給が継続できる容量 	1
太陽電池モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ● 蓄電池並びに水位計ユニット及びデータ記録・送信ユニット双方へ電力を供給できる出力 	1
太陽電池架台	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池モジュールを支持・固定する ● 材質：太陽電池モジュールを支える十分な強度と塩害に耐久性のあるもの 	1
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROMもしくはDVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

① 蓄電池

1週間の無日照時に蓄電池から継続して電力供給が行えるよう、容量を設定する。

② 太陽電池モジュール

チョットグラムにおける年平均日射量 4.55kWh/m²/日、システムロス 73%に基づき、1日の消費電力を賄え、かつ蓄電池への電力供給を行えるシステム容量を設定する。

D-4 験潮儀システム・データセンターユニット

データセンターユニットは潮位データを収集、表示、保存、配信するためのハードウェアである。SOB ミルプール庁舎内に設置する。

表 3.17 験潮儀システム・データセンターユニットの仕様

構成品	主要な仕様	数量
サーバー	<ul style="list-style-type: none"> ● 以下の機能を有すること <ul style="list-style-type: none"> ➢ 験潮儀からのデータを蓄積する ➢ 通信が正確に行われているかを記録する ➢ SOBのネットワークシステムに適合したネットワーク環境を形成する ➢ SOBの Digital Mapping Center に設置し、初期化設定する ➢ サイバー攻撃に対するセキュリティを確保する 	1
KVM	<ul style="list-style-type: none"> ● モニター：17インチ以上、LCD ● キーボード：英語用 ● マウス：2ボタン以上 	1
マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

D-5 験潮儀システム・ソフトウェア

ソフトウェアは、潮位データを収集、表示、保存、配信するためのソフトウェアである。SOB ミルプール庁舎内に設置する。

表 3.18 験潮儀システム・ソフトウェアの仕様

構成品	主要な仕様	数量
験潮儀ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> ● サーバシステムにインストールして、以下の機能を持たせること。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 験潮儀からのデータを蓄積する ➢ 通信が正確に行われているかを記録する ➢ SOBのネットワークシステムに適合したネットワーク環境を形成する ➢ SOBの Digital Mapping Center に設置し、初期化設定する ➢ サイバー攻撃に対するセキュリティを確保する 	1
ソフトウェア 操作マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD、及び印刷物 ● 言語：英語 	2

構成品	主要な仕様	数量
インストール用 CD-ROM または DVD	<ul style="list-style-type: none"> ● 媒体：CD-ROM もしくは DVD ● 言語：英語 	1

(3) 据付計画

協力対象とする機材のうち、屋上設置型電子基準点システムと験潮儀システムの設置に際して据付工事が必要となる。

据付屋上設置型電子基準点システムは公共建築物の屋上に設置する。アンテナは衛星からの電波を障害なく受信するため、階段室や給水棟の屋上等、建築物の最高部（最も高い位置）に設けることが望ましい。一方、太陽光発電ユニットは最高部に設ける必要がないため、電子基準点システムの電子基準点ユニット（アンテナ含む）と太陽光発電ユニットとは一体とせず、据付対象箇所の状況（据付可能な面積、障害物の有無・高さ・位置等）に応じて柔軟に対応できるよう計画する。

避雷設備は、据付対象建築物への影響を少なくできる避雷突針とし、保護角 45 度内にすべての機材が収まるように計画する。また、避雷突針から地盤までアース接続する。

機材基礎は、強風時にも機材が静止した状態を保てるよう、直下の梁等にアンカー（あと施工アンカー¹⁴）で固定する。あと施工アンカーを設置するためには、既存の建築物の鉄筋を避けて穿孔する必要があるため、鉄筋探査機を用いて慎重に位置を決定する。また、アンカー及び上部ボルトの径と埋め込み深さ、設置位置は Bangladesh National Building Code (2006) で定められる各地域の設計基準風速に基づき決定する。

験潮儀システムの水位計ユニットは、既存の験潮所のはねだしスラブに設置する。太陽光発電ユニットを備えており、系統電源との接続はない。

3-2-3 概略設計図

本プロジェクトで据付工事を行う機材について、下表のとおり概略設計図を示す。

表 3.19 概略設計図

No.	図面名称
1	屋上設置型電子基準点システム・機材レイアウト例（平面図・立面図）
2	験潮儀システム・機材レイアウト例（平面図・立面図）

¹⁴コンクリートが固まってからドリルで穿孔し、アンカーボルトを打ち込むタイプのアンカーボルト。

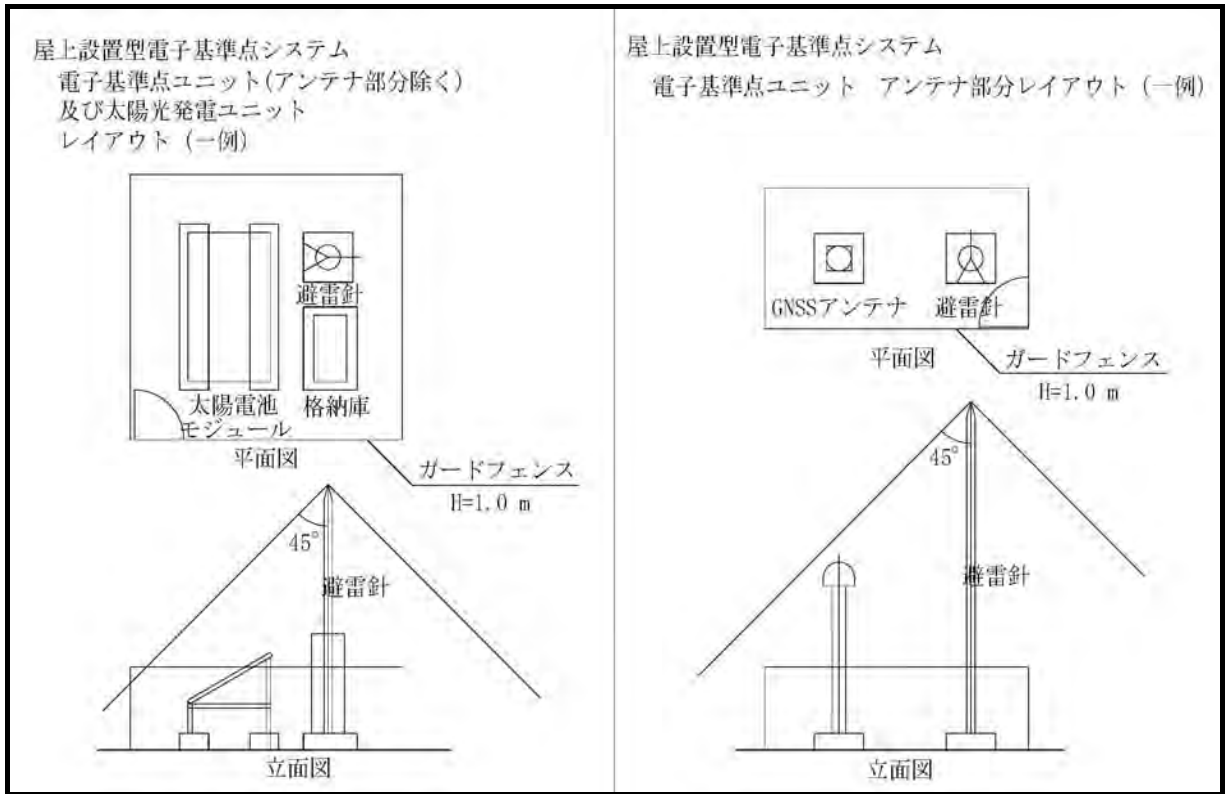


図 3.5 屋上設置型電子基準点システム・機材レイアウト例(平面図・立面図)

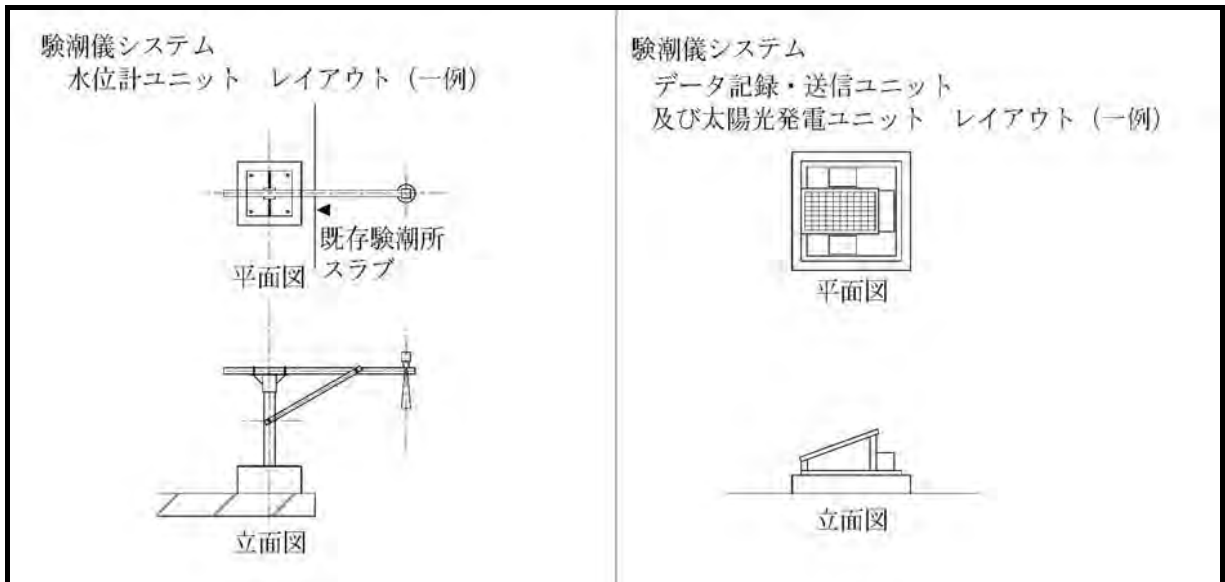


図 3.6 験潮儀システム・機材レイアウト例(平面図・立面図)

3-2-4 調達計画

3-2-4-1 調達方針

(1) 基本事項

本プロジェクトのうち、日本側の負担事項（協力対象範囲）は一般無償資金協力のスキームに則って実施される。無償資金協力は、日本国政府とバングラデシュ政府が事業目的・実施機関・無償資金協力の条件と金額について承認し交換した公文（Exchange of Notes、以下「E/N」）に基づいて提供される。E/N に続いて支払い条件、バングラデシュ政府の責任、調達の条件を定義するための贈与契約（Grant Agreement、以下「G/A」）が JICA とバングラデシュとの間で締結される。無償資金協力のもとでの調達にかかる手順の詳細については、E/N 及び G/A 署名時に JICA とバングラデシュとの間で合意される。本無償資金協力（以下、「本事業」）においては、JICA は事業の適切な実施を促進する立場に立ち、生產品・役務は、無償資金協力のスキームに従って調達、供与される。

(2) 調達方法

無償資金協力の資金は、原則として、日本国または被援助国の生産物ならびに日本国民または被援助国民の役務を購入するために使用される。なお、無償資金協力の資金は、JICA 及び被援助国政府（または政府が指定する当局）が必要と認める場合には第三国（日本国または被援助国以外）の生産物の購入、または役務の購入にも使用することが可能である。ただし、無償資金協力を実施するにあたって必要とするプライムコントラクター、すなわち、コンサルタント、調達業者は「日本国民」に限定される。

生產品、役務の調達をする資格のある入札参加者間に不公平が生じないように、原則として調達業者は、競争入札によって選定する。入札図書は、コンサルタントがバングラデシュ側と協議の上で作成する。

(3) 相手国側実施体制

本事業にかかるバングラデシュ側の主管官庁は国防省、実施機関は SOB である。プロジェクトを円滑に進めるために、コンサルタント及び請負業者とバングラデシュ側関係機関との密接な連絡及び協議が不可欠であるため、SOB は本事業の担当責任者を選任する必要がある。

(4) コンサルタント

1) 入札開始前における業務

コンサルタントは、協力準備調査において実施した業務と調査結果についてレビューする。また、レビュー後に入札図書を作成し、バングラデシュ政府から承認を得ることで、業務の一貫性を保つ。

2) 入札段階における業務

コンサルタントは入札の実施段階において、以下の業務を実施する。

- 入札図書案（主として仕様書）の編纂・作成
- 入札会の開催支援
- 質問回答・アmend案の作成
- 入札評価の実施及び評価表・評価レポート案の作成
- 契約交渉の補助

3) 調達監理段階における業務

コンサルタントは調達監理段階において、調達業者から出荷された機材が要求された仕様及び数量に則っているか、適切に設置されているか、適切に動作するかを確認する。また、初期操作指導等が必要とされた機材については適宜立会い、当該指導が円滑に実施されているか監理する。

(5) 調達業者

我が国の無償資金協力のスキームに従い、一般公開入札により選定された日本国法人の調達業者が、契約締結の上で本事業に必要な資機材及び役務を提供し、機材を調達する。資機材調達の完了後もアフターサービスが必要と考えられるため、事業完了後の連絡及び調整についても十分に配慮する必要がある。

3-2-4-2 調達上の留意事項

(1) 精密機械の輸送

本事業で調達する機材は精密機械であるため、海上輸送時にはケース梱包で輸送する。また、混載による機材損害を避けるためプロジェクトサイト別の梱包とし、最終仕向け地で据付工事の直前に開梱する。

(2) 電子基準点システム

メーカーの現地代理店が複数存在している。既存の電子基準点の保守は SOB との契約のもとに現地代理店が実施した実績があり、訪問メンテナンス等を中心としたアフターサービス体制の構築が可能である。これら現地代理店を通してスペアパーツの調達は可能である。ただし、既存の電子基準点のスペアパーツを調達する際に、これらの機材がバングラデシュの市場に恒常的に流通していないものであるため、通関に時間がかかったトラブルがある。円滑な通関手続きのため、関係当局との事前の情報共有が望ましい。

(3) 電子基準点管理システム

バングラデシュには ICT コンサルタントや ICT 機材現地代理店等、ICT 関連企業が多く存在し、サーバー機材、ネットワーク機材、コンピューター機材等は現地での調達が可能である。これら現地 ICT 関連企業は、ネットワークの構築からスペアパーツの調達、保守に至るまで、包括的な

サービスを行っており、本プロジェクトでの活用に支障はない。

電子基準点管理システムのソフトウェアは、電子基準点システムのメーカーからの調達となる。電子基準点システムと同様に現地代理店を介在する、メーカーと直接の契約を締結する等の体制を構築し、アフターセールスサービスを供給することが必要となる。

(4) 験潮儀システム

験潮儀システムの水位計ユニット機材については現地代理店が存在しない。このため、機材調達先を選定するうえでスペアパーツ調達方法、メンテナンス、アフターサービス体制に配慮する必要がある。

(5) 輸出入にかかる法律

輸入・輸出管理法 (Imports and Exports (Control) Act, 1950) の下、バングラデシュ輸入政策令 (Import Policy Order 2015-2018) が制定され、輸入禁止品目、輸入規制品目が策定されている。本プロジェクトで協力対象とする機材は当該品目には該当しないが、再生中古品及び中古品は一部の例外を除き全般的に輸入を禁止されている点に留意する。

また、同政令には船積前検査が義務付けられる品目が規定されており、この品目の中に一般機械があり、本プロジェクトで協力対象とする機材も含まれる。船積前に第三者である検査機関により信用状 (Letter of Credit、以下「L/C」) 等の関連書類に基づく船積前検査を行い、バングラデシュの税関に検査報告書を発行する必要がある。

関税は関税法 (Customs Act, 1969) で定められている。税率は品目ごとに異なり、毎年更新されている。

(6) ソフトコンポーネントの円滑な実施準備

ソフトコンポーネントを円滑に開始するためには、機材据付工事、調整・試運転及び初期操作指導等を工程どおりに完了させる必要がある。そのため、調達業者は日本国内での機材調達及び現地における据付工事等の所要期間を考慮し、各種業務に向けて事前に周到に準備することが求められる。

3-2-4-3 調達・据付区分

本事業の日本国側とバングラデシュ側の実施範囲は、以下のとおりである。

表 3.20 調達・据付区分

業務内容	日本国側	バングラ デシュ側
1. 機材	—	—
■機材調達	○	
■機材運転用 動力源の確保	(電子基準点システム、 (電子基準点管理システム) 験潮儀システム)	○
2. 機材納入先・納入後保管場所の確保		○
3. 機材の輸送・通関関係等	—	—
■チョットグラム港までの機材の輸送	○	
■輸送中の一時保管場所の確保	○	
■最終仕向地（機材据え付け場所）までの機材の輸送	○	
■通関業務		○
■免税措置（関税、付加価値税等）		○
■機材の輸入許可の取得		○
■機材の据え付け工事等	○	
4. 銀行取極めと支払授權書の発行	—	—
■銀行取極めの実施		○
■支払授權書（A/P）の発行		○
■上記銀行手続きに係る諸費用		○
5. 本業務関係者の出入国・滞在に必要な許認可・手続き及びその諸費用		○
6. 本業務実施に必要な許認可手続き		○
7. 無償資金協力に含まれない関連業務にかかる費用の負担		○
8. コンサルティング業務	—	—
■入札図書作成支援	○	
■入札及び調達監理にかかるコンサルティング業務	○	
■ソフトコンポーネントにかかるコンサルティング業務	○	
9. 納入機材検収の実施	—	—
■納入機材検収の実施及び立会い	○	○
■納入機材の証明手続き	○	○
10. 事業実施のための機材の適性利用		○
11. その他	—	—
■建物安全性の確保		○
■環境社会配慮上の手続き		○

3-2-4-4 調達監理計画

(1) 基本方針

コンサルタントは、当該契約が適正かつ円滑に履行されるよう、調達業者の業務を監理する。調達監理の目的は、機材調達が契約書で規定される仕様書に則って、所定の品質を確保し、正しく調達されることを監理することであり、品質、規格、機能等が契約書の規定と相違がないかを確認するものである。また、品質管理データ、写真等の記録や機材調達にかかる書類等の適切な

整理、保管についても監理する。

(2) 調達監理計画

コンサルタントの調達監理業務は、以下のとおりである。

- ① 機材製作図確認・照合（日本）
調達業者が要求仕様に則った機材を設計しているか確認する。
- ② 製品検査（日本）
機材の製作過程において、要求仕様を満足した機材を製作しているか確認する。
- ③ 出荷前検査（日本）
機材の出荷直前において、要求仕様及び数量に則った機材が出荷されるか確認する。
- ④ 船積み前機材照合検査（日本）
機材が製造会社近郊の国際荷積港から船積みされる直前において、要求仕様及び数量に則った機材が船積みされるか確認する。
- ⑤ 現地調達監理（バングラデシュ）
日本で船積みされた機材を仕向地で受け入れ、要求仕様及び数量に則った機材が到着し、適切に機材が据え付けられ、正常に動作しているのか確認する。
- ⑥ 検収・引渡し（バングラデシュ）
先方実施機関の確認のもと、要求仕様及び数量に則った機材が調達されているのか最終確認し、引渡す。

なお、コンサルタントの調達監理要員は、以下のとおりである。

表 3.21 コンサルタントの調達監理要員

要員	業務内容	派遣期間
調達監理技術者 (業務主任)	プロジェクト全般の管理、検収・引渡し等	適宜(計 0.53 M/M)
調達監理技術者 (電子基準点システム)	電子基準点機材の据付確認（主要箇所） 調整・試運転、初期操作指導実施状況確認	適宜(計 2.53 M/M)
調達監理技術者 (建築工事)	設備基礎等の施工状況確認（主要箇所）	適宜(計 0.47 M/M)
調達監理技術者 (験潮儀システム)	機材の据付、調整・試運転、 初期操作指導 実施状況確認	適宜(計 0.93 M/M)
調達監理技術者 (電子基準点管理システム)	電子基準点管理システム機材の据付、調整・ 試運転、初期操作指導 実施状況確認	適宜(計 1.07 M/M)
常駐調達監理技術者	現地調達監理、全点の設置状況確認、検収等	適宜(計 8.90 M/M)
検査技術者 (製作図確認・照合)	製作図確認・照合	適宜(計 0.40 M/M)
検査技術者（立会検査）	製品検査、船積み前検査等	適宜(計 0.50 M/M)
調達監理技術者 (メーカー保証満了前検査)	メーカー保証満了前検査	適宜(計 0.40 M/M)

3-2-4-5 品質管理計画

現場到着後に機材に不具合があった場合、工期に大きな影響が発生する。そのため、機材に関しては製作工場にて出荷前検査を実施する。予めメーカーより検査要領書等を受領し、各機材の準拠規格、試験方法等の試験の健全性を確認する。また、測定器、試験装置等は、試験内容に準じて適切な仕様で、かつ必要な校正等が施されていることを確認する。

施工現場で実施する試験項目と試験時期は下表のとおりである。

表 3.2.2 機材の現場試験項目と実施時期

ユニット	試験項目	自主検査	竣工検査
屋上設置型・可搬型 電子基準点システム 電子基準点ユニット	外観検査	○	○
	電源検査	○	○
	受信検査 (GNSS 受信機)	○	○
	通信検査 (インターネット VPN 接続)	○	○
	接続検査 (対データセンター)	—	○
屋上設置型・可搬型 電子基準点システム 太陽光発電ユニット	外観検査	○	○
	接地抵抗測定	○	○
	絶縁抵抗測定	○	○
	太陽電池モジュール試験	—	○
	計測試験	○	○
	保護・制御確認試験	○	—
電子基準点管理システム データセンターユニット	外観検査	○	○
	電源検査	○	○
	内部構成検査	○	○
	ネットワーク検査	○	○
	ディスク検査	○	○
	OS 検査	○	○
	セキュリティ検査	○	○
	システム/データバックアップ検査	○	○
	接続検査 (対電子基準点)	○	○
験潮儀システム 水位計ユニット データ記録・送信ユニット	外観検査	○	○
	電源検査	○	○
	出力検査 (電波式水位計)	○	○
	通信検査 (インターネット接続)	○	○
	接続検査 (対データセンター)	○	○
験潮儀システム 太陽光発電ユニット	電子基準点システム・太陽光発電ユニットに準じた検査	○	○
験潮儀システム データセンターユニット	電子基準点管理システム・データセンターユニットに準じた検査	○	○
<p>●外観検査： 納入された機材の外観に異常がないか。</p> <p>●電源検査： 納入された機材の電源が正常に稼働するか。</p>			

- 出力検査：
納入された機材からの出力が正常であるか。
- 内部構成検査：
納入された機材が仕様に記載されている構成と合致しているか。
- ネットワーク検査：
納入された機材のネットワーク設定がネットワーク管理者により指定されたとおりか。関連する機材のネットワークの疎通確認ができるか。
- ディスク検査：
納入された機材のディスクに異常がなく、正常に稼働するか。RAID 構成が適切に構築されているか。指定された容量が確保できているか。
- OS 検査：
指定された OS がインストールされ、システムを運用するための初期設定（ユーザー登録、ドメイン登録、システム監視）がされているか。
- セキュリティ検査：
OS やネットワーク機器のファームウェアが最新のものとなっているか。サーバーへのアクセスコントロールが適切に設定されているか。パスワード設定が安易ではないか。
- システム/データバックアップ検査：
システムのバックアップイメージの取得、データの自動バックアップが正常に稼働するか。バックアップデータからの復旧が問題ないか。
- 接続検査（対電子基準点）：
各電子基準点の稼働状況を適切にモニタリングできているか。各電子基準点から送信される観測データを正常に受信できているか。各電子基準点にオンデマンドで通信ができるか。

据付工事については、コンクリートの品質を確認するため、サイトごと及び打設日ごとに供試体を採取し、封かん養生¹⁵の上で圧縮試験を行う。また、コンクリートのワーカビリティを確認するため、スランブ試験を行う。型枠の残存期間は、材齢による場合は気温が 0℃以上 5℃より低い場合は 8 日間、5℃以上 10℃より低い場合は 5 日間、10℃以上の場合には 3 日間とし、コンクリート強度による場合は圧縮強度が設計強度の 50%に達したことを確認できるまでの期間とする。鉄筋については、ミルシートの確認による品質検査を行う。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 電子基準点システム

メーカーの現地代理店が複数存在しているが、電子基準点ユニットの機材を調達した経験のある現地業者はない。同機材はバングラデシュで製造・流通していないため、日本製品、または、第三国製品を原則とする。電子基準点ユニットの機材は、専用ソフトウェアとの連動試験を行うことが望ましいため、本邦調達として日本国内で試験を行う。機材製作、据付工事、調整試運転、初期操作指導等にかかる期間を確認し、工程に反映する。

また、電子基準点システムの据付工事には機材基礎等の工事が含まれるが、これらは現地でも一般的に行われる工事であり、現地建設業者により施工可能なため、現地調達が可能である。

¹⁵ 水分の増減が無いようにして（密封して）行う養生。

なお、既存の電子基準点は、落雷等により GNSS 受信機の故障が発生している。長期間にわたって観測の欠損が出ることを避けるため、交換部品として GNSS 受信機の代用機も協力対象に含める。また、各機材には雷対策として接続線上に避雷器を設けるが、過電流があった場合には交換が必要になるため消耗品として整備する。

(2) 電子基準点管理システム

サーバー及びネットワーク機材はバングラデシュで普及しており、システム構築からメンテナンスを担うことができる現地 ICT 関連会社が多数存在するため、データセンターユニットは現地調達が可能である。

電子基準点管理システムのソフトウェアは、電子基準点システムと同様に、バングラデシュで製造・流通していないため、日本製品、または、第三国製品を原則とする。

(3) 験潮儀システム

水位計ユニットの現地調達はできないため、本邦調達（日本製品）を原則とする。海外への輸出対応が可能な本邦メーカーが1社に限定される恐れがあるため、メーカーからの供給証明書により競争性が確保できることを確認した。

(4) 必要機材の輸送方法、経路

1) 海上輸送（輸入・荷揚げ）

海上輸送にて海外から資機材を調達する場合には、バングラデシュの2箇所の国際港（チョットグラム、モングラ）に荷揚げされる。両港には荷揚げ用設備も整備されており、大型もしくは重量物の荷揚げにも支障はない。チョットグラム港で輸出入貨物の94%以上を取り扱っているが、近年チョットグラム港は混雑し、着岸待ちで荷揚げに期間を要することが多いため、工程計画の策定に留意する必要がある。ここから目的地への輸送手段は、道路輸送、鉄道輸送及び河川を利用した内陸水運輸送の三つの手段がある。

2) 道路輸送

バングラデシュでは、道路輸送はトレーラーによるコンテナ輸送やトラック輸送が一般的に行われている。鉄道輸送・内陸水運輸送に比べて一般に輸送に要する期間が短い。一方で、バングラデシュ国内には多くの河川があり、河川を通過するため橋梁や渡船場まで大きく迂回する必要性に迫られる場合もある。

3) 鉄道輸送

バングラデシュでは鉄道網が発達しており、大きな輸送手段の一つとなっている。ただし、鉄道による輸送期間が道路輸送より多く要する、所要期間が不確定である等の問題点がある。なお、鉄道による輸送は施設、設備の老朽化のため減少傾向にある。

4) 内陸水運輸送

内陸水運の延長は、乾季は 3,500km、雨季は 6,000km に及ぶといわれている。しかしながら、積み下ろし等に必要の大型のクレーン等の設備が配備されていることは少なく、大型もしくは重量物の運搬が可能な場所は限定される。なお、荷揚げの後、トラックによる輸送が必要となる。

(5) 輸送計画

本事業で調達される機材は、日本国側負担によりバングラデシュ国内の最終仕向け地まで輸送される。本邦調達機材は、日本の国際港において荷積みされた後、チョットグラム港へ海上輸送される。この海上輸送に 40 日間程度を見込む。チョットグラム港に到着した機材は、チョットグラム港で免税の手続きを得た後、通関検査を受けることになる。免税手続きに 10 日間、その後の通関検査に 10 日間程度を見込む。その後、最終仕向け地に向けて機材を内陸輸送する。最終仕向け地の公共建築物の多くは先方実施機関である SOB の所管ではないため、現地で荷受けする人員がおらず、据付工事の作業者が現場にいるタイミングで適宜輸送する必要がある。このため、バングラデシュの各主要都市のセキュリティを確保できる倉庫（チョットグラム、ダッカ、クルナ、ラジシャヒ）に一時的に保管する計画とする。

また、工期短縮のため電子基準点システムの機材は総ての機材の製作完了を待たず、2 回に分けて輸送する計画とする。

表 3.23 輸送手段及び経路

項目	輸送手段	輸送経路	所用期間
日本からの海上輸送	海上輸送	日本～チョットグラム港	約 40 日
免税手続き			約 10 日
通関検査			約 10 日
バングラデシュ 国内輸送	内陸輸送	チョットグラム港～ チョットグラム、ダッカ、クルナ、 ラジシャヒ内倉庫	約 5 日
	内陸輸送	主要倉庫-各サイト	約 85 日(最長)
合計			約 150 日 (約 5 ヶ月)

(6) 据付工事計画

本事業で調達される電子基準点システムの機材は、高い据付精度が求められるため、日本人技術者による監督のもと、現地代理店の技術者を活用して据え付ける計画とする。工期を短縮するため 3 チームが平行して据付工事を実施し、1 点あたりの所要日数は 7 日間を見込む。

機材基礎や避雷針、フェンス等を設置する工事は現地建設業者により実施する計画とする。降雨の影響を避けるため、可能な限り 10 月～3 月の乾季に建築工事を実施する。工期を短縮するため 3 チームで実施し、1 点あたりの所要日数は 7 日間を見込む。

電子基準点管理システムの機材は、現地業者により設置する。期間は 2 週間程度を見込む。

験潮儀システムの機材の設置は電子基準点システムと同様に日本人技術者による監督のもと、

現地建設業者を活用して据え付ける計画とする。建築工事に7日間、機材設置に7日間程度を見込む。

(7) 調整・試運転計画

本事業では、機材の据付後、システムの調整・試運転を実施する。工期を短縮するため、個々の電子基準点システムの設置と同時に接続試験を実施する。このため、電子基準点管理システム機材は先行して機材の設置、調整試運転を完了しておく必要がある。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作指導の目的は、納入機材の円滑な運用開始を可能とし、適切に維持管理を行う方法をSOB職員が学ぶことにある。初期操作指導の対象は、納入機材の運営維持管理に携わるすべてのSOB職員とする。基礎的な機器操作や知識の習得を初期操作指導で実施し、応用的技術の習得及び運用作業の習熟はソフトコンポーネントを通して技術指導、支援を行う。

電子基準点システム（屋上設置型、可搬型）については、GNSS受信機、GNSSアンテナ、充放電コントローラー、ルーター、電源制御装置等の機器について、機材納入後に機材調達業者による初期操作指導を実施する。初期操作指導には、基本的な機器の使用方法に加えて、メンテナンス方法と注意点、機器の日常点検方法、機器間の接続と機器の交換方法、トラブル時の対応方法についての指導と操作マニュアルの納入を含むこととする。

電子基準点管理システムについては、データセンターユニットのハードウェア、ソフトウェアについて、操作、管理、トラブル対応に関する初期操作指導を機材納入業者により実施する。特にデータ配信サービスを停止させること無く運用できるように、トラブル発生時の操作対応について、想定されるトラブルをカバーできるように指導を実施する。電子基準点管理システムのソフトウェアについては、機材調達業者により操作マニュアルが納入され、データ収集、解析、配信、バックアップ、通信監理、ユーザー管理について、初期操作指導を実施する。

新設する電子基準点の座標計算は、初期操作指導として機材納入業者が実施する。近隣国の国際GPSサービス（International GPS Service、「IGS」）点の座標を固定して、既存の電子基準点を含めて、全ての電子基準点を対象として計算する。座標計算の基となる観測データは、対象となる電子基準点を同時に観測して得ることとする。なお、既存のバングラデシュにおける測地網（標石基準点）との調整（座標計算結果を国家測地網として採用するか否かの判断、国家測地網として採用するために必要な電子基準点と標石基準点の観測結果の調整、その他一切の作業を含む）は、本事業では対象とせず、事業完了後、SOBが実施するものとする。

験潮儀システムについては、機材納入業者による操作マニュアルの納入と初期操作指導を実施する。機材に関する指導には、基本的な操作方法に加えて、メンテナンス方法、点検方法、レーザー距離計を用いた験潮儀の校正方法を含む。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトで調達する電子基準点システム、電子基準点管理システム、験潮儀システムを運営維持管理する SOB は、既に 6 点の電子基準点と 1 台の験潮儀を保有し運営・維持管理を行っている。このことから、SOB は現時点で調達機材の運営維持管理に関する一定の技術力を保持していると判断される。しかしながら、機材調達業者による初期操作指導の後、各機材の運用を円滑に開始し継続するためには、以下のような課題がある。これらの課題を解決するため、本プロジェクトではソフトコンポーネントによる技術指導が必要である。

表 3.24 SOB の運営・維持管理上の課題

No.	課題
課題 1	可搬型電子基準点ネットワークシステムの初期設定に関する技術と知識の蓄積がなく、SOB 独自で運用を開始・継続することができない
課題 2	験潮所の潮位観測データに関して、新旧機材での連続性を確保するための技術と知識がない
課題 3	ネットワーク型 RTK 測量用データの配信と、ネットワーク型後処理キネマティック測量用データの提供に関する経験と技術力がない
課題 4	電子基準点データの利活用に関する知識が十分でなく、利活用促進の広報活動を行うための技術と経験がない

ソフトコンポーネントの実施により以下の成果が期待できる。

表 3.25 期待されるソフトコンポーネントの成果

No.	ソフトコンポーネントの成果
成果 1	可搬型電子基準点設置等を含めた電子基準点ネットワークシステムの運用を開始・継続することができる
成果 2	験潮所の観測データの連続性を確保することができる
成果 3	ネットワーク型 RTK 測量用データの配信と、ネットワーク型後処理キネマティック測量用のデータを継続的に適切な品質で提供できる
成果 4	公共セクター及び民間セクターにおいて、電子基準点データの利活用促進を図ることができる

具体的な活動内容と規模については以下のとおりとする。

表 3.26 ソフトコンポーネントの活動内容と規模

成果	活動	活動内容	規模 (M/M)
成果 1	活動 1	可搬型電子基準点設置・システム初期設定に係る技術指導	0.83
	活動 2	基線解析ソフトを用いた座標決定作業に係る技術指導	0.87
成果 2	活動 3	並行観測による器差特定を行うための技術指導	0.97
成果 3	活動 4	観測データの配信とユーザー対応のための技術指導	0.67
成果 4	活動 5	配信データの精度検証及びユーザーに対する技術講習を実施し、利活用を促進するための技術指導	1.20
	活動 6	電子基準点の利活用の普及・促進のための広報に係る技術指導	0.80
合計			5.34

なお、ソフトコンポーネント計画の詳細は、別添の「ソフトコンポーネント計画書」のとおりである。

3-2-4-9 実施工程

本事業における実施工程は、下表のとおりである。

表 3.27 事業実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
実施設計	(交換公文締結)																									
	(現地調査)	■																								
	(仕様レビュー等)	□																								
	(入札図書作成)	□																								
	(入札図書承認)				■																					
	(入札・契約)						■																			
																計6.0ヶ月										
電子基準点システム	(製作図作成)						□																			
	(機器製作)																									
	(海上輸送)																									
	(内陸輸送)																									
	(建築工事)																									
	(機材据え付け工事)																									
	(調整・試運転)																									
	(初期操作指導)																									
	管理電子基準点システム	(機器調達)																								
		(機材据え付け工事)																								
(調整・試運転)																										
(初期操作指導)																										
験潮儀システム		(機器製作)																								
	(海上輸送)																									
	(内陸輸送)																									
	(建築工事)																									
	(機材据え付け工事)																									
(調整・試運転)																										
(初期操作指導)																										
	(検収・引渡し)																									
	(ソフトコンポーネント)																									

□ :国内作業 ■ :現地作業

なお、本事業実施時の事業関係者の安全対策については、SOB は武装警護を手配することが可能であり、武装警護に必要な費用を日本側で負担する必要はない。

3-3 相手国分担事業の概要

(1) 一般的な相手国負担事項

無償資金協力事業の実施にあたり、バングラデシュ側に求められる措置及び現地調達品に対する付加価値税（VAT）の取り扱い等、一般事項として合意している事項は、以下のとおりである。

- 本事業に直接・間接的に関わる関係所管への概要説明と連絡
- 本事業に必要なデータ・資料の提供と日本への持ち出し許可
- 本事業にかかるバングラデシュ側要員の人件費及び諸経費
- 贈与に基づいて購入される生産物の港（または空港）における陸揚げ（荷下ろし）、通関及び国内輸送にかかる手続きが速やかに実施されるための支援
- 認証された契約に基づき、調達される生産物及び役務のうち、日本国民及び第三人に課せられる関税、内国税及びその他の財政課徴金の免除
- 認証された契約に基づいて調達される日本国民及び第三外国人の役務について、その役務の遂行のための入国及び滞在に必要な許可及び便宜供与
- 認証された契約に基づいて調達される日本側施工業者及びコンサルタントに対するバングラデシュ側での諸税の免税措置
- 適正使用：贈与について建設される施設及び購入される機材が、当該計画の実施のために適正かつ効果的に維持され使用されること、並びに、そのために必要な保管場所及び要員等を確保すること。また、贈与によって負担される経費を除き、計画の実施のために必要な維持・管理全ての経費を負担すること。
- 再輸出：贈与に基づいて購入される生産物はバングラデシュから他国へ再輸出してはならない。
- 銀行取極（B/A）：バングラデシュ政府または「指定された当局」は、日本国内の銀行にバングラデシュ政府名義の口座を開設する。日本政府によって認証された契約に基づいてバングラデシュ政府もしくは指定された当局が負う債務の弁済に充てるための資金を右口座に「日本円」で払い込むことにより贈与を実施する。
- 日本政府による払い込みは、バングラデシュ政府またはバングラデシュ政府が指定した当局が発行する支払い授権書に基づいて「銀行」が支払い請求書を日本政府に提出した時に行われる。
- 支払い授権書：バングラデシュ政府は、銀行取極を締結した銀行に対し、支払い授権書の通知手数料及び支払い手数料を負担する。

(2) 本事業特有の相手国負担事項

本事業を実施するにあたり、バングラデシュ側に求められる本事業特有の負担事項として合意している事項は、以下のとおりである。

- 調達機材の検収検査立会い
- 調達機材の保管場所・スペースの確保（設置する建築物の使用許可取得、安全性の担保等を含む）
- 調達機材の運営・維持管理
- 運営・維持管理にかかる組織・人員・予算の確保
- 設置場所の継続的な確保
- 設置場所のネットワーク使用料の確保
- IP-VPN 回線の確保
- ソフトウェアの更新
- 機材（ソフトウェア含む）の保守管理
- 建物安全性の確保

これら相手側負担事項（プロジェクト実施中及び完了後の運営・維持管理に係る人員や予算等）については、バングラデシュ側で作成する本プロジェクトの開発計画提案書（Development Project Proposal、以下「DPP」）の国家経済評議会執行委員会（Executive Committee for National Economic Council、以下「ECNEC」）による承認により、確約されることとなる。具体的な手続きは、SOB が DPP を作成し、国防省を通じて ECNEC に提出し、ECNEC により審査・承認されることとなる。DPP 承認後、本事業を開始する旨をバングラデシュ側と合意している。

電子基準点設置場所について、本調査の段階では建築物選定のための調査許可を取得しているが、バングラデシュ側による安全性・堅牢性の担保を前提に、入札公示に先立ちバングラデシュ側が電子基準設置許可を取得することで合意している。

電子基準点管理システムの機材は、SOB ミルプール庁舎に設置される計画である。当該庁舎にはすでにサーバーが設置されており、安定した電源、空調が確保されている。また、設置スペースにも余裕があるため、本プロジェクトによる調達対象機材の据付には支障がない。ただし、増設後に必要となる電源容量の増強及び電源ケーブルの敷設、ネットワーク接続等については、SOB の負担事項とする。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 運営維持管理体制

本プロジェクトで調達する機材は、SOB の測地課が運営・維持管理を担当する。測地課は 2011 年に設置した 6 点の電子基準点（データサーバーを含む）及び 1992 年に設置した験潮所の運営・維持管理を行っており、現在までに体制を確立してきた。現時点で SOB が保有している機材と測地課の運営維持管理体制は下表のとおりである。

表 3.28 SOBの現状の運営・維持管理体制

保有機材	数量	運営・維持管理体制	備考
電子基準点	6点	7名（測地課）	4名はデータサーバーを兼務(*)、 2名は験潮所を兼務
データサーバー	1点	4名（測地課）	4名とも電子基準点を兼務(*)
験潮所	1点	2名（測地課）	2名とも電子基準点を兼務

* 電子基準点とデータサーバーの運営・維持管理を兼務する担当者4名のうち、2名は海外研修中

本プロジェクト実施後は、電子基準点が81点（既存6点、屋上設置型電子基準点システム：73点、可搬型電子基準点システム：2点）となる。電子基準点の数量の増加に伴い、取り扱うデータ量とユーザー数が増大することが想定される。験潮所については、験潮儀システムの新規導入を行い、プロジェクト実施後一定期間（最大2年を想定）は新旧の機材で並行観測を行う。

電子基準点システム（屋上設置型・可搬型含む）の運營業務について、電子基準点は平時には無人で運営が可能であり人員体制の強化は必要ではない。一方、電子基準点数の増大により拡張する電子基準点管理システムについては、受信するデータ量が増大する。また、配信／提供するデータの種類も増加する。さらに電子基準点データの利用者の増大が想定されるため、ユーザー登録や問い合わせ対応、データ提供対応等の頻度が増す。これらにより、電子基準点管理システムの運營業務の規模は拡大し、運営体制の強化が必要となる。験潮所に関しては、現状では観測データを現地に赴いて回収していたが、本プロジェクト実施後は験潮データがリアルタイムでデータセンターに送信されるため、並行観測実施後は、運営に必要な人員は削減できる。

維持管理業務について、電子基準点は常時設置点数が6点から79点に増大するため、維持管理体制の強化と業務の効率化が必要となる。電子基準点管理システムについては、管理対象の規模が大きくなるためトラブル発生の頻度も増大すると想定され、維持管理業務量が増大に対応できるよう体制強化が必要となる。験潮所の維持管理については、これまで年に一回実施していた観測井の泥の除去作業が不要になるが、観測精度の調整等を行うため現地訪問の頻度は現状程度（1回／年）が必要であり、現状と同様の体制で対応可能である。

表 3.29 運営維持管理計画

機材	数量（規模）	運營業務	維持管理業務
電子基準点システム	電子基準点の数量が増加する（6点→81点）	平時は無人で可能であり、現状の体制で対応可	業務量が増大するため、体制強化、効率化が必要
電子基準点管理システム	整備内容が拡張する（1点）	ユーザー数、配信データが増大するため、体制強化が必要	規模が拡大するため、体制強化が必要
験潮儀システム	機材の更新を行う（1点）	並行観測期間後は人員削減可（並行観測期間は現状体制と同等が必要）	現状のままで対応可

(2) 人員配置・体制強化計画

本プロジェクト実施後の各機材の運営維持管理業務について、上述のとおり電子基準点システムの維持管理及び電子基準点管理システムの運営・維持管理業務について、体制強化が必要である。一方、SOB の計画では職員増員は見込まれておらず、また、SOB 内での人員配置（異動を含む）計画でも、測地課の人員についての増員予定は無い。しかしながら、海外研修を実施していた 2 名の技術職員が復職後に運営・維持管理業務に携わる予定であるほか、13 名の測地課の技術職から新たに機材の維持管理を担当する職員を教育することで体制強化を図る計画である。新たな測地課の職員に運営・維持管理業務を担当させる場合には、円滑に教育を行い、技術力を向上させるため、運営・維持管理業務の作業内容を SOB がドキュメント化しておく。また、教育の一部はソフトコンポーネントに含まれる。

(3) 運営計画

本プロジェクトで整備する電子基準点システム、及び電子基準点管理システムにより、以下の機能が発現される。

- 電子基準点データ収集、解析、保管
- スタティック測量用データの生成
- RTK 測量用データの配信
- ネットワーク型 RTK 測量用データの配信
- 後処理キネマティック測量用データの生成
- ネットワーク型後処理キネマティックデータの生成
- 配信データ利用者の登録/管理

電子基準点管理システムは 24 時間 365 日停止することなく運用される予定であるが、夜間及び休日を含め、平時の運用は無人で実施される。平時は電子基準点のデータ利用者のユーザー登録と管理のみで、配信処理はシステムが自動で処理を行う。ただし、後処理用データ提供の際は、提供データのメディアへの記録処理が必要になる場合がある。

験潮所の運営については、新旧機器での並行観測終了後は観測データの配信が自動化されるため、業務が軽減される。

(4) 維持管理計画

電子基準点の維持管理について、現状では 3 か月毎にバックアップデータの回収を主目的として現地を訪問し、機器の点検、清掃等のメンテナンスを実施している。プロジェクト実施後は電子基準点の数量が増加するが、効率的な維持管理業務を実現できる機材構成・仕様とすることで、大幅な体制強化は不要である。具体的にはバックアップデータの回収及び GNSS 受信機のファームウェアの更新をダッカからリモートで行う。また、電源制御装置を導入することで GNSS 受信機が

ハングアップした際の再起動もリモートで行うことができる機器構成とする。さらに、避雷針、避雷器での落雷対策や太陽光発電設備の設計を工夫することで、可能な限りトラブルの発生頻度を低減し現地訪問メンテナンス回数を削減する。

現地でのメンテナンス作業は、既存の電子基準点の維持管理経験があるため SOB が実施できるが、効率的かつ均一な維持管理を実施するため、手順が SOB によりマニュアル化されることが望まれる。なお、電子基準点システムの GNSS 受信機が落雷等により故障した際は、SOB 職員が現地を訪問し本プロジェクトで納入するスペアパーツと交換することで復旧対応を行う。

電子基準点管理システムの維持管理業務は、以下の作業項目が想定される。

- 電子基準点データの定期的なバックアップと管理
- ユーザー情報の管理
- システムのアップデート
- システム機器の点検
- トラブル発生時の対応

平時の維持管理業務は、既存のデータサーバーの維持管理経験に基づき、作業項目ごとにマニュアルとチェックリストを SOB が作成し、それらに従って作業を行う。この作業は測地課の担当職員及び SOB が雇用している IT 技術者が分担し定期的実施する。システムトラブル発生時は機材調達業者から納入されソフトコンポーネントで更新した運用マニュアルに従って原因の切り分けを行い、必要な処置を講じる。具体的には、測地課担当職員及び SOB の IT 技術者で対応できるケース、現地代理店もしくは機材納入業者での対応が必要なケースに切り分け、応急処置と保守／修理対応を適切に行う。夜間や休日等の無人運用時にトラブルが発生した場合の対応方法についても運用マニュアルに記載し、設定したサービスレベルを確保する。トラブル対応を外部の民間業者に委託する場合は、可能な限り委託費用を低減した契約内容を検討し、維持管理費の抑制を図る。

験潮儀システムの維持管理については、平時は年に一度の現地訪問による機器の点検、校正、清掃を行う。作業項目ごとに実施方法とチェック項目をドキュメント化し、業務の効率化を図ることが望まれる。トラブル発生時はスポット対応が必要になるが、電子基準点と同様に可能な限りトラブルの発生頻度を低減する機器構成を設計する。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

本事業の概略事業費のうち、日本側負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表 3.30 日本側負担経費

概算事業費：1,234.9百万円

費目	概算事業費（百万円）
機材調達費	1,125.8
設計監理費	89.4
ソフトコンポーネント費	19.7
合計	1,234.9

(2) バングラデシュ側負担経費

本事業の概略事業費のうち、先方実施機関 SOB の負担経費は、以下のとおり見積もられる。

表 3.31 バングラデシュ側負担経費

(約 207.6 百万円)

負担事項・内容	数量	単位	単価(千 BDT)	金額(千 BDT)
銀行取極めに係る手数料	1	式	478	478
税金に係る費用	1	式	160,338	160,338
SIM カード購入費	76	式	1	76
合 計				160,892

(3) 積算条件

1) 積算時点

本計画の現地調査は、平成 30 年 6 月 1 日に終了した。したがって、積算時点は 2018 年 6 月とする。

2) 為替交換レート

為替交換レートは以下のとおりである。

- USD 対日本円交換レート：1 USD=108.75 円
- BDT 対日本円交換レート：1 BDT=1.29 円

3) 調達期間

調達期間は、「3-2-4-9 実施工程」に示したとおりである。

4) その他

積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行った。

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 概要

本プロジェクトで協力対象とする機材を運営・維持管理するために必要な経費の概算は、下表のとおり試算される。なお、プロジェクト完了後 1 年間は補修に必要な費用を計上していない。

表 3.32 運営・維持管理費用の概算（単位：千 BDT）

運営維持管理費用		プロジェクト完了から1年間	2年目以降
電子基準点システム (屋上設置型・可搬型)	定期点検	1,346	1,346
	故障対応	0	5,426
	消耗品 (バッテリー)	0	5,853
	通信費	1,024	1,024
	小計	2,370	13,649
電子基準点管理システム	ハードウェア保守費	0	2,199
	ソフトウェア保守費	0	9,313
	通信費	840	840
	電気代	388	388
	小計	1,228	12,740
験潮儀システム	定期点検	30	30
	通信費	14	14
	小計	44	44
合計		3,642	26,433

これら運営・維持管理に必要な予算は DPP の承認とともに確保される予定である。

なお、電子基準点データの利用料は国庫に納入され、SOB の収入として計上されない。また、外部委託する場合を除き、運営・維持管理は SOB の職員によって実施されるため、運営・維持管理にかかる人件費を別途計上する必要はない。

(2) 電子基準点システム (屋上設置型、可搬型含む)

定期点検に係る費用として、全国各地に設置した電子基準点システムの現地訪問に要する費用を想定した。訪問頻度は、1点あたり1回/年とした。電子基準点システムの位置により訪問メンテナンスに必要な費用は異なるが、試算では交通費、宿泊費、日当を含め1回あたり30千BDTとした。

故障対応に必要な費用は、瑕疵担保期間終了後の2年目以降に発生すると想定した。機材の故障発生数は既存の6点の電子基準点の過去6年の実績値から試算した。故障発生は落雷に起因するGNSS受信機や通信機器の破損が多く、特にGNSS受信機の交換修理にかかる費用が高額となる。本プロジェクトでは落雷を考慮した機材設計と機材選定を行っており、本費用の低減は可能であると想定した。

消耗品にかかる費用は、主にバッテリーの定期的な交換費用を想定して計上した。

通信費は、各電子基準点で観測したデータを電子基準点管理システムに送信するための携帯電話回線網の使用料として、既存の電子基準点の実績値に基づき試算した。

(3) 電子基準点管理システム

ハードウェア保守費は、定期的な機材の点検とデータバックアップに加えて、トラブル発生時の機材の交換、修理に必要な費用を計上した。機材調達業者との保守契約（メンテナンスパッケ

ージプラン) を締結することを想定し、現地業者のヒアリング結果に基づいて費用を算出した。

ソフトウェア保守費は、電子基準点管理システム・ソフトウェアのメンテナンスプログラム費であり、ソフトウェアのアップデート、問い合わせによる保守対応に係る費用である。運営・維持管理費の中で大きな負担になるため、可能な限り低減することが望まれる。ただし、本プロジェクトのシステムを継続的に運用するためには、機材メーカーが提供するメンテナンスプログラムへの加入が必須であると判断し、試算計上した。

通信費は、電子基準点管理システムからの情報をインターネット上に配信するための通信に係る費用である。この費用は、既存のデータセンターの通信費の5倍程度の費用が必要と想定し、過去の実績に基づき試算した。

電気代は、電子基準点管理システム全体の機材運用に必要な電気消費量を試算し、ダッカでの電気使用量単価に基づいて試算した。

(4) 験潮儀システム

現地訪問(1回/年)による定期点検を想定して費用を算出した。通信費については、電子基準点システムと同様に試算した。

(5) 耐用年数

本プロジェクトで協力対象とする機材は、将来の更新が必要である。主要機器の耐用年数は下表のとおり想定した。SOBの長期的な予算計画には、耐用年数後の機材更新を考慮した費用を計上しておくことが必要である。

表 3.3.3 主要機材の想定耐用年数

機材名	想定耐用年数	
電子基準点システム (屋上設置型、可搬型)	GNSS 受信機	10 年
	アンテナ	15 年
	太陽光発電に係る設備	20 年
電子基準点管理システム	サーバー類	7 年
	ストレージ類	7 年
験潮儀システム	水位計等	10 年

運営・維持管理及び機材更新に必要と想定される費用は、本プロジェクトの開発予算、及び SOB の一般予算のうち機材費、修理・メンテナンス費が充てられる。プロジェクトの自立発展性を確保するため、運営・維持管理や機材更新に必要な費用の多くは DPP の承認とともに確保される予定であるが、あわせて SOB が一般予算を継続して確保することが望まれる。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトの実施にあたり、前提となる主な事項は下表のとおりである。これらは、適切なタイミングで確実に実施されることが必要である。

表 4.1 事業実施のための前提条件

項目	実施時期
許認可	
DPP の ECNEC による承認	E/N 署名まで
屋上設置型電子基準点の据付・使用に必要なすべての許認可 (建築物所有者の許可を含む)	入札公示まで
便宜供与	
荷揚げ及び通関手続き	適宜
免税手続き	適宜
無償資金協力に含まれない一切の費用負担	適宜
機材納入に伴う検収検査立ち合い	適宜
運営・維持管理	
プロジェクト対象機材の運営・維持管理に対する予算の確保	機材調達完了まで
プロジェクト対象機材の運営・維持管理に対する人員の確保	ソフトコンポーネント 実施前まで

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

(1) 運営・維持管理体制（予算・人員）の整備

プロジェクトの効果を発現し、持続するため、バングラデシュ側は運営・維持管理体制を継続して維持する必要がある。特に、本プロジェクトで計画する電子基準点管理システムをプロジェクト完了後も継続して活用するためには、保守契約が必要である。

また、SOB はこれまでに電子基準点の運営・維持管理を行ってきた経験があるものの、本プロジェクト完了後には電子基準点の設置数・設置範囲が飛躍的に大きくなる。ソフトコンポーネント等で習得した技術が継続・拡大するよう、適切に人員を配置する計画である。

(2) 利用の普及・促進、ユーザー開拓

バングラデシュにおいて電子基準点は2011年に6点が導入されたが、その近傍において政府機関や大手の測量会社等に利活用されているに過ぎない。本プロジェクトの完了後には、インフラ開発等における測量業務、地籍測量業務、基準点測量業務、地形図作成等の測量分野における利活用の普及・促進が進むことが大きく期待される。

また、ナビゲーションシステムへの活用、農業機械等の自動運転への活用、建設機械の情報化施工への活用、モバイルマッピングシステム（mobile mapping system、「MMS」）による鉄道・道路周辺障害物調査への活用、物流・在庫管理への活用、地滑りの早期発見・予測への活用等、

国際的には電子基準点の利活用事例は多岐にわたる。こうした利活用を実現するため、測量分野以外の潜在的ユーザーを開拓していくことが望まれる。

4-3 外部条件

(1) 上位目標・プロジェクト目標に対する外部条件

本プロジェクトの目標及び上位目標を達成するための外部条件は以下のとおりである。

- デジタルバングラデシュ等、バングラデシュの上位計画に係る方針に変更がないこと。
- インフラ開発等、バングラデシュの経済成長が継続すること。

(2) 期待される成果に対する外部条件

プロジェクトに期待される成果を発現するための外部条件は以下のとおりである。

- 本プロジェクトで計画する機材を運営・維持管理するための体制や予算が維持される。
- 政治活動やデモに伴う投石等の故意の行動や自然災害により本プロジェクトで計画する機材が損傷しない。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

(1) 裨益対象

本プロジェクトは、バングラデシュ全土において高精度で効率的な測量・地図作成を可能にし、インフラ整備の効率化を実現するとともに、地理空間情報のデジタル化・高度活用のための基盤を整備するものである。バングラデシュ全国民が受益可能な経済成長の加速化に寄与するものと期待される。したがって、本プロジェクトの実施により、多数の貧困層を含むバングラデシュ一般国民が裨益するものと期待できる。

(2) 上位計画への貢献

本プロジェクトは第7次五か年計画及びデジタルバングラデシュに大きく貢献する事業と位置付けることができ、バングラデシュの長期計画に資すると期待できる。

(3) 我が国の援助方針との整合性

本プロジェクトは、バングラデシュに対する我が国の国別援助方針における重点分野の一つ「中所得国家に向けた、すべての人が利益を享受する経済成長の加速化」に関連した「経済インフラ整備」に合致している。

なお、我が国は2018年時点で複数の円借款を実施中であるが、既にインフラ開発プロジェクトで電子基準点を活用した実績がある。具体的には、クロスボーダー道路網整備事業準備調査、ダッカ都市交通整備事業、マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（うちアクセス道路建設）等の測量業務で使用されており、今後も継続してインフラ開発プロジェクトで活用されていくと考えられる。このように、本プロジェクトは我が国の援助方針や動向と整合したものである。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により、以下のような定量的効果が期待できる。

表 4.2 プロジェクトの定量的効果

指標名	基準値 (2018 年)	目標値 (2023 年) (事業完成 3 年後)
電子基準点の利用が増加する	ユーザー数 (すべての分野) : 10 ユーザー 測量分野以外での利用 : 1 分野	280 ユーザー 5 分野
電子基準点の故障率が減少する	年間故障発生率 : 約 7%	3%
RTK 測量可能範囲が拡大する	測量可能な面積 : 17,000 km ² (国土面積の約 12%)	141,000 km ² (国土面積の約 96%)

算定根拠は、以下のとおりである。

1) 電子基準点のユーザーが増加する

- ユーザー数について、RTK 測量を通年利用するユーザー数は 3~4 ユーザー (SOB、バン格拉デシュ地籍局を含む) であり、期間限定 (1 か月~数か月) で利用するユーザーが 2~3 件である。スタティック測量を利用するユーザーは、年間で 2~3 件である。以上から、合計で最大 10 ユーザー程度となり、これを基準値とする。
- バングラデシュ国内では、すでに約 80 セット (軍事利用を除く) の GNSS 受信機が存在する。本プロジェクトにより電子基準点網が整備されることで、すべての受信機が登録されて有効活用されると期待できる。さらに、インフラ開発等が活発化していることも踏まえ、RTK 測量の登録ユーザー数が 1.5 倍/年程度に増加することが期待できる。したがって、3 年後には 3.4 倍に増加すると期待し、目標値を 270 ユーザーとする。また、スタティック測量のユーザー数も同様に 3.4 倍に増加すると期待でき、10 件の利用が期待できる。したがって、ユーザー数は 280 を目標とする。
- ユーザーの分野について、測量分野 (測量を専門とする機関・業者) 以外では、1 分野 (水資源管理) のみである。これを基準値とする。
- 世界的には、測量分野以外にも、建設・物流・農業・天然資源管理・教育等の分野で電子基準点が活用されている。バングラデシュでも同様の利活用が期待され、目標値を 5 分野とする。

2) 電子基準点の故障率が減少する

- 電子基準点 6 点について、2018 年現在、RTK 測量、スタティック測量ともに利活用可能な電子基準点は 3 点である。一方、2 点は RTK 測量、スタティック測量ともに利活用できる状態にない。落雷により受信機が破損したものと考えられる。また、1 点はスタティック測量に活用できるものの、RTK 測量が実施できない。データ通信機能が機能していないものと考えられる。
- 既存の電子基準点は 2011 年に導入され、7 年間に 6 点中 3 点に故障が発生した。これまでの年間故障発生率は「故障した電子基準点数」／「導入した電子基準点数」／「年数」で算出される。
- 高温多湿で落雷が多い、大気汚染対策が不十分である等、バングラデシュは我が国に比べて機材の故障が発生しやすい状況であるが、我が国の技術を導入することにより故障発生率を抑えることができると考える。

3) RTK 測量可能範囲が拡大する

- RTK 測量は電子基準点の近傍に限定されてきた。電子基準点からの距離は 30km 以内である。2018 年現在の測量可能範囲は、「電子基準点から 30km 範囲の面積」×「点数」で算出される。
- 本プロジェクトの実施後、ネットワーク型 RTK 測量の導入により電子基準点網の範囲において精度の高い測量が実現される。バングラデシュ全土の約 96%がこの範囲にある。

(2) 定性的効果

定性的な効果としては、以下があげられる。

- 測量に係るユーザー満足度（測量に要する時間、精度等）が上昇する
- 地理空間情報が効率的に作成できるようになる
- 潮位に係る高度な利用（気象、海象の影響による異常な潮位変化の検出、除去）が実施されるようになる。
- 農業機械の自動運転等、位置情報を利用したサービスが充実する

4-4-3 結論

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

資 料

資料

1. 調査団員・氏名	1
2. 調査行程	3
3. 関係者（面会者）リスト.....	5
4. 討議議事録（M/D）	7
5. ソフトコンポーネント計画書.....	103
6. 参考資料	127
7. その他の資料・情報.....	129

1. 調査団員・氏名

1-1 第一次現地調査（2018年1月20日～2月9日）

担当業務	氏名	所属
総括	須原 靖博	独立行政法人国際協力機構 社会基盤・平和構築部
電子基準点行政	川元 智司	国土交通省 国土地理院 測地観測センター
企画協力	平林 由梨恵	独立行政法人国際協力機構 社会基盤・平和構築部
業務主任／電子基準点配点計画	片柳 征男	国際航業株式会社
副業務主任／電子基準点配点計画	福島 芳和	株式会社パスコ
電子基準点機材計画	千葉 善一	国際航業株式会社
データセンター／ソフトウェア	藤田 裕人	株式会社パスコ（アジア航測株式会社）
運営維持管理計画（電子基準点）	中谷 龍介	株式会社パスコ
験潮所計画	村上 真幸	株式会社パスコ
調達計画／積算	鈴木 鉄也	国際航業株式会社

1-2 第二次現地調査（2018年3月17日～3月23日）

担当業務	氏名	所属
副業務主任／電子基準点配点計画	福島 芳和	株式会社パスコ
調達計画／積算	鈴木 鉄也	国際航業株式会社

1-3 第三次現地調査（2018年5月12日～5月18日、5月22日～6月1日）

担当業務	氏名	所属
業務主任／電子基準点配点計画	片柳 征男	国際航業株式会社
調達計画／積算	鈴木 鉄也	国際航業株式会社

1-4 第四次現地調査（2018年8月11日～8月17日）

担当業務	氏名	所属
総括	河添 靖宏	独立行政法人国際協力機構 バングラデシュ事務所
企画協力	平林 由梨恵	独立行政法人国際協力機構 社会基盤・平和構築部
業務主任／電子基準点配点計画	片柳 征男	国際航業株式会社
電子基準点機材計画	千葉 善一	国際航業株式会社

2. 調査行程

2-1 第一次現地調査 (2018年1月20日～2月9日)

日付	官側	コンサルタント団員							
		総括 電子基準点行政 企画協力	業務主任/ 電子基準点 配点計画	副業務主任/ 電子基準点 配点計画	電子基準点 機材計画	データセンター/ ソフトウェア	運営維持 管理計画 (電子基準点)	験潮所計画	調達計画/ 積算
		須原・川元・平林	片柳	福島	千葉	藤田	中谷	村上	鈴木
1月20日	土	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着	
1月21日	日	JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	安全フリージング JICA協議 実施機関協議	
1月22日	月	DAC-CHG 既存験潮所調査 CHG-DAC	IC/R協議	DAC-CHG 既存験潮所調査 CHG-DAC	IC/R協議	データセンター調査	運営維持管理 調査	DAC-CHG 既存験潮所調査 CHG-DAC	
1月23日	火	ミッツ協議 JICA協議	ミッツ協議 JICA協議	ミッツ協議 配点計画調査	機材計画調査	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査	
1月24日	水	ミッツ協議	ミッツ協議	ミッツ協議	機材計画調査	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査	
1月25日	木	サイト候補地視察 実施機関協議 団内方針協議 DAC発	サイト候補地視察 実施機関協議 団内方針協議	サイト候補地視察 実施機関協議 団内方針協議	サイト候補地視察 実施機関協議 団内方針協議	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査 SOB協議 団内方針協議	
1月26日	金	TKY着	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	
1月27日	土		団内協議	団内協議	団内協議	団内協議	団内協議	団内協議	TKY発 DAC着
1月28日	日		配点計画調査 現地再委託 契約交渉	配点計画調査	機材計画調査 現地再委託 契約交渉	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査	調達事情調査
1月29日	月		配点計画調査	配点計画調査	機材計画調査	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査 BIWTA情報収集	調達事情調査 サイト候補地視察
1月30日	火		配点計画調査 現地再委託契約	配点計画調査	機材計画調査	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査	調達事情調査
1月31日	水		配点計画調査	配点計画調査	機材計画調査	データセンター調査	運営維持管理 調査	験潮所調査 BWDB情報収集	調達事情調査
2月1日	木		配点計画調査	配点計画調査	機材計画調査	データセンター調査 DAC発	運営維持管理 調査 DAC発	験潮所調査	調達事情調査 自然条件調査
2月2日	金		団内協議	団内協議	団内協議	TKY着	TKY着	団内協議	団内協議
2月3日	土		資料整理	資料整理	資料整理			資料整理	資料整理
2月4日	日		計画内容協議 再委託指導	計画内容協議 再委託指導	計画内容協議 再委託指導			験潮所調査	調達事情調査 再委託指導
2月5日	月		計画内容協議	計画内容協議	計画内容協議			計画内容協議	調達事情調査 自然条件調査
2月6日	火		計画内容協議	計画内容協議 DLRS情報収集	機材計画調査 DLRS情報収集			計画内容協議	調達事情調査
2月7日	水		計画内容協議	計画内容協議	計画内容協議			計画内容協議	調達事情調査 自然条件調査
2月8日	木		再委託 調査事項確認 JICA報告 DAC発	再委託 調査事項確認 JICA報告 DAC発	再委託 調査事項確認 JICA報告 DAC発			計画内容協議 JICA報告 DAC発	調達事情調査 JICA報告 DAC発
2月9日	金		TKY着	TKY着	TKY着			TKY着	TKY着

※TKY：東京、DAC：ダッカ、CHG：チャットグラム

2-2 第二次現地調査 (2018年3月17日～3月23日)

日付	官側	コンサルタント団員							
		総括 電子基準点行政 企画協力	業務主任/ 電子基準点 配点計画	副業務主任/ 電子基準点 配点計画	電子基準点 機材計画	データセンター/ ソフトウェア	運営維持 管理計画 (電子基準点)	験潮所計画	調達計画/ 積算
				福島					鈴木
3月17日	土			TKY発 DAC着					TKY発 DAC着
3月18日	日			安全フリージング 計画内容協議					安全フリージング 再委託管理
3月19日	月			計画内容協議					再委託管理
3月20日	火			計画内容協議					再委託管理
3月21日	水			計画内容協議					再委託管理
3月22日	木			計画内容協議 DAC発					再委託管理 DAC発
3月23日	金			TKY着					TKY着

※TKY：東京、DAC：ダッカ

2-3 第三次現地調査（2018年5月12日～5月18日、5月22日～6月1日）

日付		官側	コンサルタント団員						調達計画/ 積算
			総括 電子基準点行政 企画協力	業務主任/ 電子基準点 配点計画	副業務主任/ 電子基準点 配点計画	電子基準点 機材計画	データセンター/ ソフトウェア	運営維持 管理計画 (電子基準点)	
			片柳						鈴木
5月12日	土		TKY発 DAC着						
5月13日	日		安全ブリーフィング サイト状況確認						
5月14日	月		PWD・SOB協議						
5月15日	火		PWD・SOB協議						
5月16日	水		再委託修正契約 SOB・再委託協 議						
5月17日	木		SOB・再委託協 議 DAC発						
5月18日	金		TKY着						
5月19日	土								
5月20日	日								
5月21日	月								
5月22日	火								TKY発 DAC着
5月23日	水								安全ブリーフィング 再委託管理
5月24日	木								再委託管理
5月25日	金								資料整理
5月26日	土								資料整理
5月27日	日								SOB・再委託協 議 再委託管理
5月28日	月								再委託管理
5月29日	火								再委託管理
5月30日	水								再委託管理
5月31日	木								SOB・再委託協 議 再委託管理 DAC発
6月1日	金								TKY着

※TKY：東京、DAC：タッカ

2-4 第四次現地調査（2018年8月11日～8月17日）

日付		官側	コンサルタント団員						調達計画/ 積算
			総括 企画協力	業務主任/ 電子基準点 配点計画	副業務主任/ 電子基準点 配点計画	電子基準点 機材計画	データセンター/ ソフトウェア	運営維持 管理計画 (電子基準点)	
		河添・平林	片柳		千葉				
8月11日	土	TKY発 DAC着	TKY発 DAC着		TKY発 DAC着				
8月12日	日	安全ブリーフィング JICA協議 ミニッツ協議	安全ブリーフィング JICA協議 ミニッツ協議		安全ブリーフィング JICA協議 ミニッツ協議				
8月13日	月	ミニッツ協議	ミニッツ協議		ミニッツ協議				
8月14日	火	ミニッツ協議	ミニッツ協議		ミニッツ協議				
8月15日	水	資料整理	資料整理		資料整理				
8月16日	木	ミニッツ署名 DAC発	ミニッツ署名 DAC発		DAC発				
8月17日	金	TKY着	TKY着		TKY着				

※TKY：東京、DAC：タッカ

3. 関係者（面会者）リスト

(1) Ministry of Defence, Bangladesh、バングラデシュ国防省

Brig. Gen. Md. Abdur Rouf	Joint Secretary
Mr. Shaikh Mohammad Jobayed Hossain	Senior Assistant Chief, Planning and Development
Ms. Namia Begun	Deputy Chief
Mr. Sifat Md. Ishiak Bhuiyan	Assistant Chief

(2) Survey of Bangladesh (SOB)、バングラデシュ測量局

Brig. Gen. Zakir Ahmed	Surveyor General
Major Pankaj Mallik	Assistant Surveyor General
Mr. M A Rouf Howladar	Director
Mr. Aleul Kalaw	Director
Mr. Mohammad Masudur Rahman	Deputy Director
Major Ahsan Kabir	Project Officer
Mr. Nayon Chandra Sarker	Assistant Director (Survey)
Mr. Md. Mosharaf Hossain	Assistant Director (Survey)
Mr. Md. Saidus Jaman	Assistant Director (Server in charge)
Mr. Ganesh Chandra Roy	Assistant Director (Survey)
Mr. Oebashish Sarker	Assistant Director
Mr. Abu Saleh Md. Lamiluh Barhet Khan	Sub-Assistant Superintendent
Mr. Md. Jahangir Alam	Computer Engineer

(3) Department of Land Records and Surveys (DLRS)、バングラデシュ地籍局

Mr. Md. Shamsul Alam	Additional Secretary, Director (Surveys)
Mr. Mohammad Lutfur Rahman	Assistant Settlement Officer

(4) Bangladesh Water Development Board (BWDB)、バングラデシュ水開発委員会

Mr. Md. Saiful Hossain	Superintending Engineer & Hydrological Advisor Processing & Flood Forecasting Circle, Hydrology
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

(5) Bangladesh Meteorological Department (BMD)、バングラデシュ気象局

Mr. Md. Abdur Rahman	Deputy Director
----------------------	-----------------

(6) Bangladesh Inland Water Transport Authority (BIWTA)、バングラデシュ内陸水運機構

Mr. Mortaza Kabir Ahmed	Director, Department of Hydrography
Mrs. Shamsun Naher	Joint Director (Tide), Department of Hydrography
Mr. Md. Saifur Rahman	Joint Director (Survey), Department of Hydrography
Mr. Md. Alfaz Uddin	Depty Director (Survey), Department of Hydrography

(7) Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI)、バングラデシュ農業研究所

Dr. Abul Kalam Azad	Director General
Dr. Muh. Azim Uddin	Chief Scientific Office & Head ASICT Div.
Dr. Md. Golam Mahboob	Senior Scientific Officer, ASICT Div.

(8) ハワイ大学

Mr. Jerard "Ziggy" Jardin Remote Field Engineer, Sea Level Center

(9) JICA バングラデシュ事務所

荒 仁 次長
中塚 裕亮 所員
Mr. Md. Anisuzzaman Chowdhury Program Manager

(10) JICA 専門家

浦部 ぼくろう JICA 地図行政専門家
Ms. Monoara Tamanna Khan GIS Specialist, JICA 地図行政専門家アシスタント

4. 討議議事録 (M/D)

4-1 第一次現地調査 (2018年1月20日～2月9日)

Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station)
Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh

In response to the request from the Government of People's Republic of Bangladesh (hereinafter referred to as "Bangladesh"), Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Survey Team for the Outline Design (hereinafter referred to as "the Team") of the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh (hereinafter referred to as "the Project") to Bangladesh. The Team held a series of discussions with the officials of the Government of Bangladesh and conducted a field survey. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets.

Dhaka, February, 2018



Yasuhiro SUHARA
 Leader
 Preparatory Survey Team
 Japan International Cooperation Agency
 Japan



Bashir Ahamed
 Joint Secretary
 Economic Relations Division
 Ministry of Finance
 People's Republic of Bangladesh



Brig Gen Zakir Ahmed,psc
 Surveyor General
 Survey of Bangladesh
 People's Republic of Bangladesh



Brig Gen Md-Abdur Rouf,ndc,afwc,psc
 Joint Secretary
 Ministry of Defence
 People's Republic of Bangladesh

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to acceralate the efficient infrastructure development with high accuracy and efficient surveying and mapping in Bangladesh through establishment of additional CORSs in Bangladesh, thereby contributing to accelerate the economic growth for the whole nation of Bangladesh.

2. Title of the Project

In order to be correspondent to the scope of the Project, both sides confirmed the necessity of changing the title of the Project from “the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh” to “the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network in Bangladesh”

3. Project site

Both sides confirmed that the sites of the Project are 70 locations in whole country of Bangladesh for CORSs and CORS Data Center in SOB buliding in Dhaka as shown in Annex 1.

4. Responsible authority for the Project

Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:

- 4-1. The Survey of Bangladesh (hereinafter referred to as “SOB”) will be the executing agency for the Project (hereinafter referred to as “the Executing Agency”). The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be managed by relevant authorities properly and on time. The organization charts are shown in Annex 2.
- 4-2. The line ministry of the Executing Agency is the Ministry of Defence (hereinafter referred to as “MOD”). The MOD shall be responsible for supervising the Executing Agency on behalf of the Government of Bangladesh.

5. Items requested by the Government of Bangladesh

- 5-1. As a result of discussions, both sides confirmed that the items requested by the Government of Bangladesh are as follows:



- Items requested by the Government of Bangladesh
1. Approximately 70 GNSS CORSS
 - GNSS CORS Receiver with Antenna
 - 5 or 6 spare GNSS Receivers to meet contingency situation
 - Router and SIM cards with internet connection
 - Solar Power System with Batteries and Electric Supply Lines
 - Lightning Arrestor
 - Transportation and Installation of the equipment mentioned above
 2. CORS Data Center Expansion
 - Server and storage
 - Software
 3. 2 Mobile GNSS CORSS
 4. 2 Tidal Stations

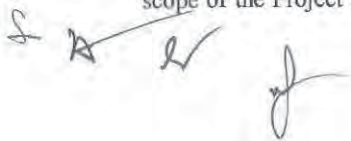
5-2. Bangladesh side explained the necessity of additional 2 Tidal Stations.

At present there is only one Tidal Station located in Rangadia, Chittagong which is not enough to determine the precise Mean Sea Level (hereinafter referred to as 'MSL') of all over Bangladesh. Additional two Tidal Stations, if established in two other places of coastal area, will definitely enhance the capability of determining the MSL of Bangladesh more precisely. Precise MSL is a precondition for generating an accurate Geoid Model of Bangladesh. Using precise Geoid Model Height measured from GNSS CORS (Ellipsoidal Heights) can be converted to Orthometric Heights (Height above MSL) more precisely. Bangladesh is highly disaster prone country. Apart from regular flood, drought, tornado and heavy rainfall Bangladesh have experienced number of major cyclones developed in its sea area near Chittagong- Khulna. Moreover this tidal station is subject to a considerable amount of damages due to the repeated cyclones and the presence of artificial structure like fertilizer industry, oil jetty etc. Apart from that the length of the coastal area of Bangladesh is quite long covering 710 km. It needs two more tidal stations to cover such long area with disaster warning and measuring sea level changes. There is a need of at least two alternative tidal stations which will work in aid of the existing one. Again Bangladesh is susceptible to huge sea rise due to global warming and to observe the variation of sea rise additional alternative tidal station is also required. The Team understood its necessity. However the Team explained the difficulty to include 2 Tidal Stations in the Project because of the schedule constraint. For the budgetary reason, the Project has to be committed by February 2019. But if 2 Tidal Stations are included in the Project, the necessary survey for the commitment wouldn't be completed by February 2019.



The Bangladesh side understood its constraint and agreed not to include 2 Tidal Stations in the Project. Otherwise, Bangladesh side requested to include modernizaion of Chittagong Tidal Station for the automatic data collection and online connection in the Project. The Team will report its request to related organization of Japanese Government, and will examine the necessity of them by June 2018.

- 5-3. The Team clarified that necessary expansion CORS Data Center is included in the request or not. Bangladesh side explained the expansion of CORS Data Center is included in the request by the Government of Bangladesh. Both sides confirmed that the necessary expansion of CORS Data Center is included to accomodate the increased volume of data in the scope of the Project. Both sides also confirmed that the detail contents of CORS Data Center is examined by 8 February 2018 through the discussion between the Team and Bangladesh side on the expected service standard and operation and maintenance cost.
- 5-4. SOB requested 70 CORSs and the Team understood the necessity of them. The team requested SOB to provide proper sites for installation of CORSs and to ensure the operation and maintenance budget. If SOB can't provide the proper sites and ensure the budget until the end of March 2018 when the completion of the field survey, the Bangladesh side agreed to reduce the number of CORSs in the Project. The criteria of proper site will be agreed between the Team and SOB by 1 February 2018.
- 5-5. The Team requested SOB to explain the purpose of densification GNSS CORSs. SOB explained that the purpose of densification of GNSS CORSs is mainly to provide RTK GNSS Service covering the whole country to the various government & non-government organizations, and private survey companies etc. The Team recommended to establish more densified GNSS CORS network to improve the accuracy of GNSS positioning. Requested GNSS CORS network with 70km average interval does not have enough density. Preferred density of GNSS CORS network is less than 50 km interval to keep high accuracy GNSS positioning. Both side agreed to investigate the GNSS CORS network plan, and to consider the installation of some additional number of GNSS CORS for the users' convenience especially in Dhaka, Chittagong and other major cities under the maintenance and operation capability of SOB by 8 February 2018.
- 5-6. Bangladesh side requested to include the two sets of mobile GNSS CORSs in the scope of the Project to bring the newly formed off shore islands of southern part

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large 'S', a checkmark, and a stylized signature.

of Bangladesh in the Bay of Bengal under the RTK GNSS Survey coverage. Besides, due to low densification and lack of proper site, some areas of the country (like Chittagong hill tracts, Sundarbans) will not come under strong signal coverage. The two mobile GNSS CORSs will augment the service in those areas. The Team understood the necessity of including them to promote the project purpose. The Team will examine the necessity and necessary number of them by June 2018.

The Team understood the necessity of including them to promote the project purpose. The Team will examine the necessity and necessary number of them by June 2018.

- 5-7. Bangladesh side also requested to provide 5 or 6 spare GNSS CORS receivers with router to meet any contingency situation. The Team will examine the necessity and necessary number of them by June 2018.
- 5-8. JICA will assess the feasibility of the above requested items through the survey and will report the findings to the Government of Japan. The final scope of the Project will be decided by the Government of Japan.

6. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant

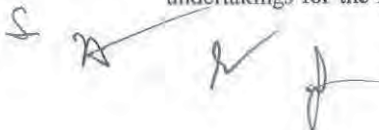
- 6-1. The Bangladesh side agreed that the procedures and basic principles of Japanese Grant as described in Annex 3 shall be applied to the Project.

As for the monitoring of the implementation of the Project, JICA requires Bangladesh side to submit the Project Monitoring Report, according to the format of which is attached as Annex 4.

- 6-2. The Bangladesh side agreed to take the necessary measures, as described in Annex 5, for smooth implementation of the Project. The contents of the Annex 5 will be elaborated and refined during the Preparatory Survey and be agreed in the mission dispatched for explanation of the Draft Preparatory Survey Report. The contents of Annex 5 will be updated as the Preparatory Survey progresses, and eventually, will be used as an attachment to the Grant Agreement.

7. Schedule of the Survey

- 7-1. The Team will proceed with further survey in Bangladesh until 8 February 2018.
- 7-2. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and dispatch a mission to Bangladesh in order to explain its contents around June 2018.
- 7-3. If the contents of the draft Preparatory Survey Report is accepted and the undertakings for the Project are fully agreed by the Bangladesh side, JICA will

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large 'S' and several cursive signatures.

finalize the Preparatory Survey Report and send it to Bangladesh around September 2018.

7-4. The above schedule is tentative and subject to change.

8. Environmental and Social Considerations

8-1. The Bangladesh side confirmed to give due environmental and social considerations before and during implementation, and after completion of the Project, in accordance with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).

8-2. The Project is categorized as "C" from the following considerations:

The project is likely to have minimal adverse impact on the environment under the JICA guidelines for environmental and social considerations (April 2010).

Not located in a sensitive area, nor has it sensitive characteristics, nor falls it into sensitive sectors under the Guidelines, and its potential adverse impacts on the environment are not likely to be significant.

9. Approval of Development Project Proposal (DPP) by Executive Committee of National Economic Council (ECNEC)

The Bangladesh side agreed to obtain ECNEC approval for DPP for the Project no later than signing of Exchange of Note (E/N).

10. Other Relevant Issues

10-1. The Bangladesh side shall, at its own expense, provide the Team with the following items in cooperation with other organizations concerned:

- (1) Data and information related to the Preparatory Survey;
- (2) Counterpart personnel;
- (3) Responding to the Questionnaires;
- (4) Accompanying of SOB's staff to the Team's field survey;
- (5) Credentials or identification cards;
- (6) Permits for entry, photography and other necessary for the Team members to conduct field surveys;
- (7) Support in obtaining other privileges and benefits, if necessary;
- (8) Security-related information as well as measures to ensure the safety of the Team; and
- (9) Information as well as support in obtaining medical service.

- 10-2. The Bangladesh side explained to the Team that SOB is an independent and civilian institution under the direct command of Ministry of Defence, and absolutely cut from the chain of command of military forces.
- 10-3. The Bangladesh side assured that GNSS CORS to be provided by the Project shall be used for civilian purposes only such as high accuracy and efficient surveying and mapping etc. The Team would examine the specification of GNSS CORS under the Project based on civilian use purpose.
- 10-4. The Bangladesh side understood the principle of the Japan's Development Cooperation Charter, which stresses that Japan's ODA must not be utilized for military purpose or promoting international conflicts, and agreed to following conditions regarding the GNSS CORS to be procured in the Project ;

GNSS CORS under the Project;

- i) shall never be used for any military purposes under any circumstances;
- ii) shall never be transferred to any third party without prior consultation with the Japanese Government; and
- iii) shall be monitored by the Embassy of Japan in Bangladesh and JICA Bangladesh Office in accordance with procedures designated by the Government of Japan.

The Bangladesh side also agreed to report the status of utilization of GNSS CORS and equipment under the Project to the Embassy of Japan in Bangladesh and JICA Bangladesh Office upon requests at any time.

- 10-5. Both sides confirmed that Bangladesh side retains a right to condemn GNSS CORS and under the Project after the expiration of reasonable expected life time of each GNSS CORS with a prior consultation with JICA.
- 10-6. The Bangladesh side agreed that custom duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Bangladesh with respect to the purchase of the products and/or services procured by Japanese Grant under the Project should be borne by the Government of Bangladesh .
- SOB agreed to take necessary actions to ensure custom duties, internal taxes and other fiscal levies from their own source for smooth implementation of the Project and apply to National Board of Revenue through MOD.
- 10-7. Both sides agreed that the contents of the Preparatory Survey Report excluding cost estimation of the Project will be disclosed to the public after completion of the Preparatory Survey. All the contents of the Preparatory Survey Report



including cost estimation of the Project will be disclosed to the public after the contract for supply of the Project GNSS CORS is concluded. Nevertheless of the above, both can discuss the parts of the Preparatory Report that should not be disclosed to the public from security aspect, and exclude those parts from disclosure before the Preparatory Report is published.

- 10-8. The Bangladesh side agreed to provide physical and non-physical security measures including providing armed guards, upon requests from Japanese side, for all concerned Japanese and third-country nationals working for the Project in Bangladesh during their stay in Bangladesh.

Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

Annex 3 Japanese Grant

Annex 4 Project Monitoring Report (template)

Annex 5 Major Undertakings to be taken by the Government of Bangladesh

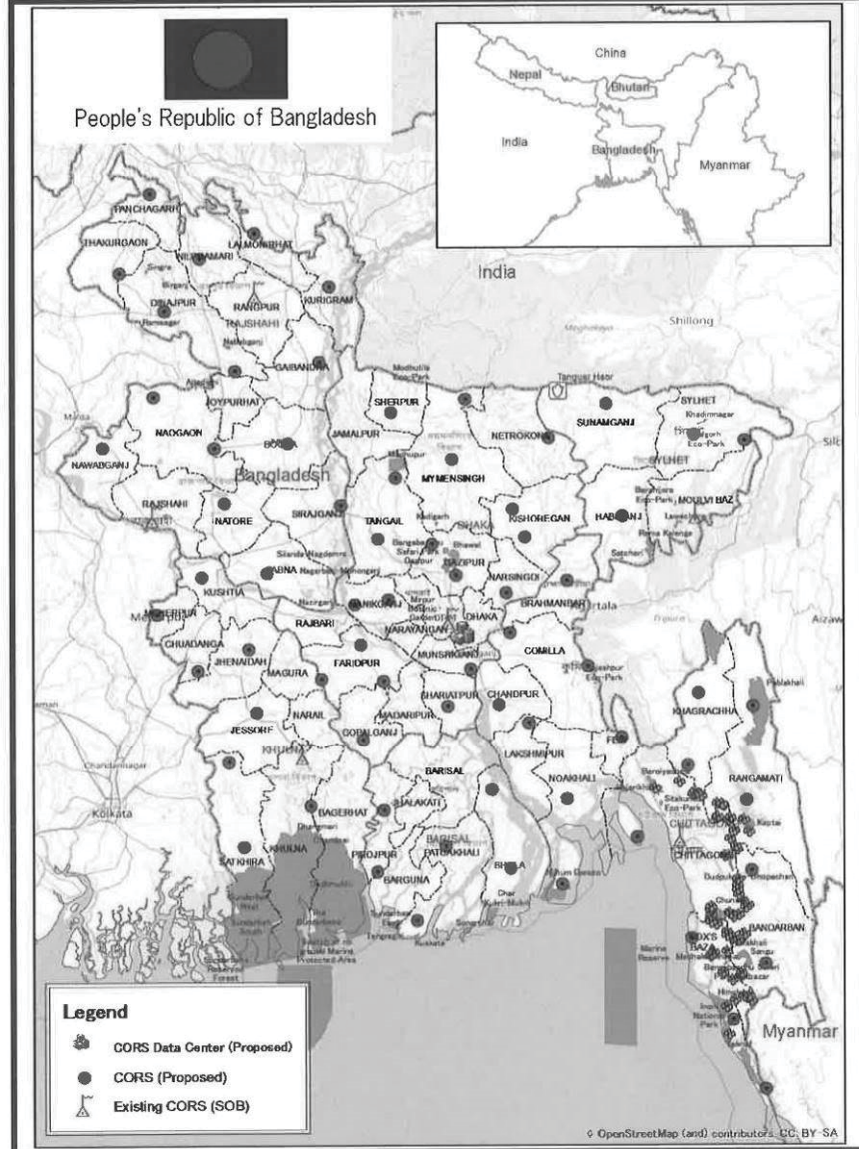
Reference: Japan Development Cooperation Charter (Provisional Translation)



Annex 1

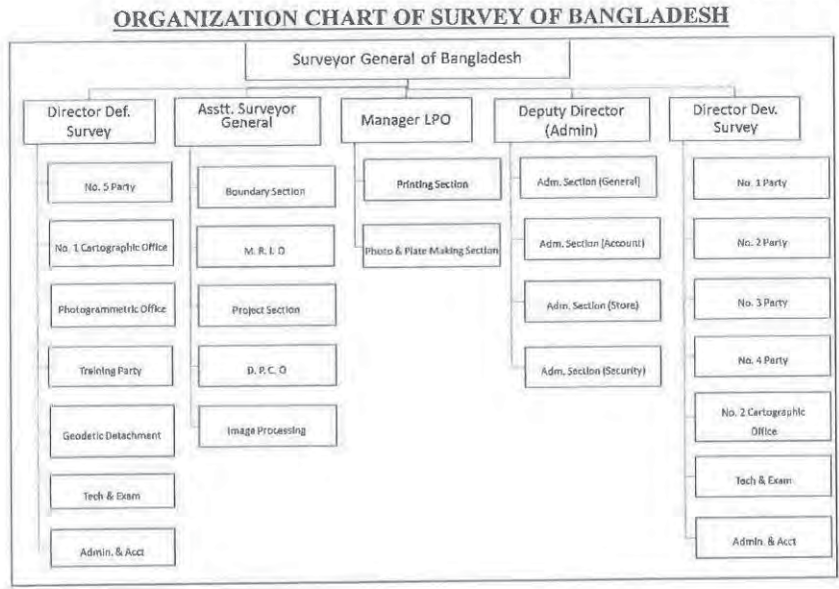
PROJECT SITE

Densification of GNSS CORS
(Continuously Operating Reference Station) Network and
Establishment of Tidal Stations in Bangladesh



Handwritten signature or initials.

Annex 2



SARJ

JAPANESE GRANT

The Japanese Grant is non-reimbursable fund provided to a recipient country (hereinafter referred to as "the Recipient") to purchase the products and/or services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Followings are the basic features of the project grants operated by JICA (hereinafter referred to as "Project Grants").

1. Procedures of Project Grants

Project Grants are conducted through following procedures (See "PROCEDURES OF JAPANESE GRANT" for details):

- (1) Preparation
 - The Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") conducted by JICA
- (2) Appraisal
 - Appraisal by the government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- (3) Implementation
 - Exchange of Notes
 - The Notes exchanged between the GOJ and the government of the Recipient
 - Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and the Recipient
 - Banking Arrangement (hereinafter referred to as "the B/A")
 - Opening of bank account by the Recipient in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank") to receive the grant
 - Construction works/procurement
 - Implementation of the project (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the G/A
- (4) Ex-post Monitoring and Evaluation
 - Monitoring and evaluation at post-implementation stage

2. Preparatory Survey**(1) Contents of the Survey**

The aim of the Survey is to provide basic documents necessary for the appraisal of the the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of



relevant agencies of the Recipient necessary for the implementation of the Project.

- Evaluation of the feasibility of the Project to be implemented under the Japanese Grant from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.
- Confirmation of Environmental and Social Considerations

The contents of the original request by the Recipient are not necessarily approved in their initial form. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant.

JICA requests the Recipient to take measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the executing agency of the Project. Therefore, the contents of the Project are confirmed by all relevant organizations of the Recipient based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA contracts with (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the feasibility of the Project.

3. Basic Principles of Project Grants

(1) Implementation Stage

1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the Recipient to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Recipient to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as conditions of disbursement, responsibilities of the Recipient, and procurement conditions. The terms and conditions generally applicable to the Japanese Grant are stipulated in the "General Terms and Conditions for Japanese Grant (January 2016)."



2) Banking Arrangements (B/A) (See "Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)" for details)

- a) The Recipient shall open an account or shall cause its designated authority to open an account under the name of the Recipient in the Bank, in principle. JICA will disburse the Japanese Grant in Japanese yen for the Recipient to cover the obligations incurred by the Recipient under the verified contracts.
- b) The Japanese Grant will be disbursed when payment requests are submitted by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Recipient.

3) Procurement Procedure

The products and/or services necessary for the implementation of the Project shall be procured in accordance with JICA's procurement guidelines as stipulated in the G/A.

4) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the Recipient to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

5) Eligible source country

In using the Japanese Grant disbursed by JICA for the purchase of products and/or services, the eligible source countries of such products and/or services shall be Japan and/or the Recipient. The Japanese Grant may be used for the purchase of the products and/or services of a third country as eligible, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and/or services necessary for achieving the objective of the Project. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm, which enter into contracts with the Recipient, are limited to "Japanese nationals", in principle.

6) Contracts and Concurrence by JICA

The Recipient will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be concurred by JICA in order to be verified as eligible for using the Japanese Grant.

7) Monitoring

The Recipient is required to take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and to regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).

8) Safety Measures

The Recipient must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.

9) Construction Quality Control Meeting

Construction Quality Control Meeting (hereinafter referred to as the "Meeting") will be held for quality assurance and smooth implementation of the Works at each stage of the Works. The member of the Meeting will be composed by the



Recipient (or executing agency), the Consultant, the Contractor and JICA. The functions of the Meeting are as followings:

- a) Sharing information on the objective, concept and conditions of design from the Contractor, before start of construction.
- b) Discussing the issues affecting the Works such as modification of the design, test, inspection, safety control and the Client's obligation, during of construction.

(2) Ex-post Monitoring and Evaluation Stage

- 1) After the project completion, JICA will continue to keep in close contact with the Recipient in order to monitor that the outputs of the Project is used and maintained properly to attain its expected outcomes.
- 2) In principle, JICA will conduct ex-post evaluation of the Project after three years from the completion. It is required for the Recipient to furnish any necessary information as JICA may reasonably request.

(3) Others

1) Environmental and Social Considerations

The Recipient shall carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the Recipient and JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).

2) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient

For the smooth and proper implementation of the Project, the Recipient is required to undertake necessary measures including land acquisition, and bear an advising commission of the A/P and payment commissions paid to the Bank as agreed with the GOJ and/or JICA. The Government of the Recipient shall ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Products and/or the Services be exempted or be borne by its designated authority without using the Grant and its accrued interest, since the grant fund comes from the Japanese taxpayers.

3) Proper Use

The Recipient is required to maintain and use properly and effectively the products and/or services under the Project (including the facilities constructed and the equipment purchased), to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Japanese Grant.



4) Export and Re-export

The products purchased under the Japanese Grant should not be exported or re-exported from the Recipient.

S A R J

PROCEDURES OF JAPANESE GRANT

Stage	Procedures	Remarks	Recipient Government	Japanese Government	JICA	Consultants	Contractors	Agent Bank
Official Request	Request for grants through diplomatic channel	Request shall be submitted before appraisal stage.	x	x				
1. Preparation	(1) Preparatory Survey Preparation of outline design and cost estimate		x		x	x		
	(2) Preparatory Survey Explanation of draft outline design, including cost estimate, undertakings, etc.		x		x	x		
2. Appraisal	(3) Agreement on conditions for implementation	Conditions will be explained with the draft notes (E/N) and Grant Agreement (G/A) which will be signed before approval by Japanese government.	x	x (E/N)	x (G/A)			
	(4) Approval by the Japanese cabinet			x				
3. Implementation	(5) Exchange of Notes (E/N)		x	x				
	(6) Signing of Grant Agreement (G/A)		x		x			
	(7) Banking Arrangement (B/A)	Need to be informed to JICA	x					x
	(8) Contracting with consultant and issuance of Authorization to Pay (A/P)	Concurrence by JICA is required	x			x		x
	(9) Detail design (D/D)		x			x		
	(10) Preparation of bidding documents	Concurrence by JICA is required	x			x		
	(11) Bidding	Concurrence by JICA is required	x			x	x	
	(12) Contracting with contractor/supplier and issuance of A/P	Concurrence by JICA is required	x				x	x
	(13) Construction works/procurement	Concurrence by JICA is required for major modification of design and amendment of contracts.	x			x	x	
	(14) Completion certificate		x			x	x	
4. Ex-post monitoring & evaluation	(15) Ex-post monitoring	To be implemented generally after 1, 3, 10 years of completion, subject to change	x		x			
	(16) Ex-post evaluation	To be implemented basically after 3 years of completion	x		x			

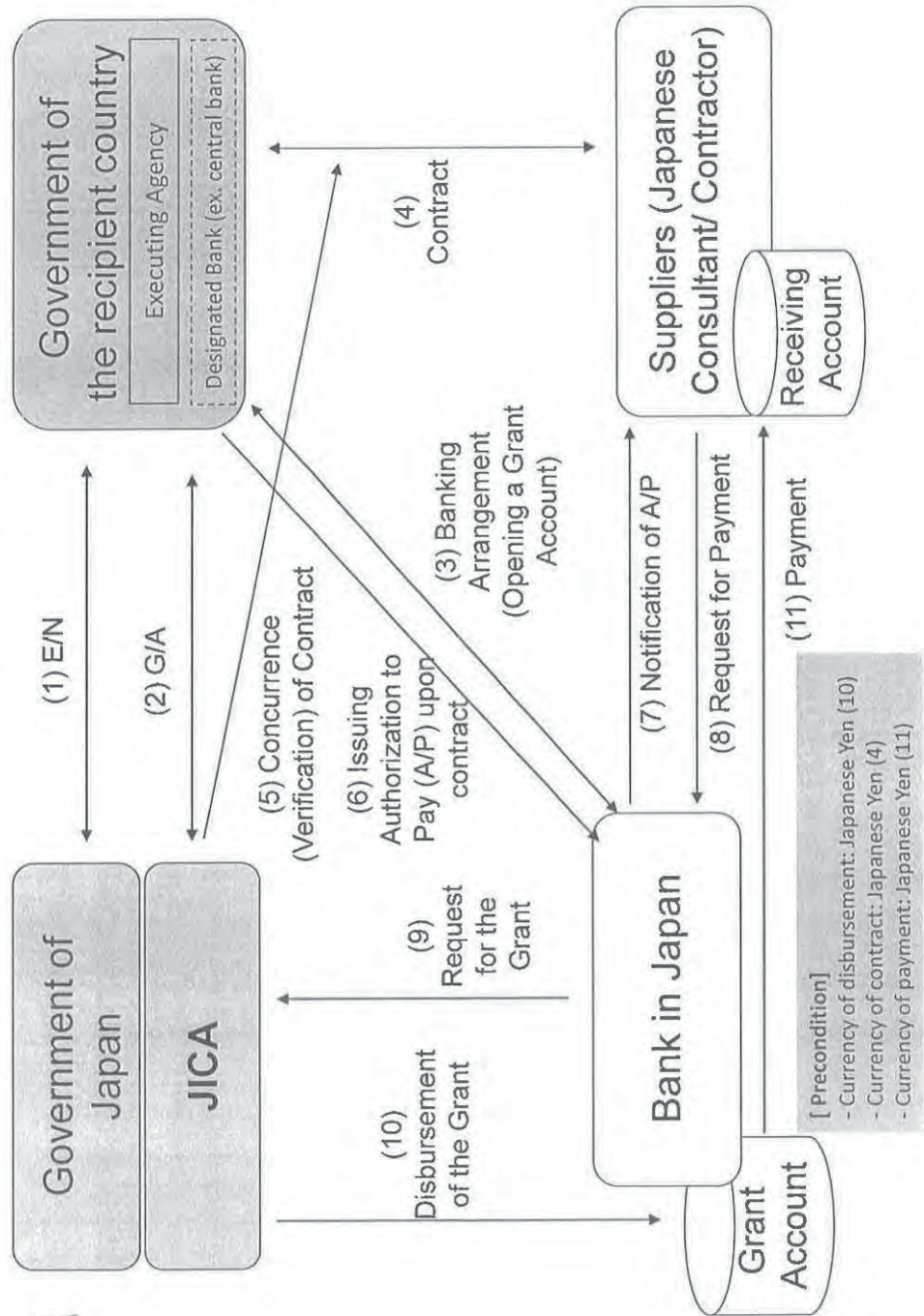
notes:

1. Project Monitoring Report and Report for Project Completion shall be submitted to JICA as agreed in the G/A.
2. Concurrence by JICA is required for allocation of grant for remaining amount and/or contingencies as agreed in the G/A.

Attachment 2

Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)

Handwritten signature



Project Monitoring Report
on
Project Name
Grant Agreement No. XXXXXXXX
 20XX, Month

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	Person in Charge (Designation) _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Executing Agency	Person in Charge (Designation) _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Line Ministry	Person in Charge (Designation) _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____

General Information:

Project Title	
E/N	Signed date: Duration:
G/A	Signed date: Duration:
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (_____): _____

S R J

G/A NO. XXXXXXXX
 PMR prepared on DD/MM/YY

1: Project Description

1-1 Project Objective

--

1-2 Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

--

1-3 Indicators for measurement of "Effectiveness"

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives		
Indicators	Original (Yr)	Target (Yr)
Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives		

2: Details of the Project

2-1 Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.		

2-2 Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1.		

Reasons for modification of scope (if any).

(PMR)

Handwritten signatures and initials: S, A, M, J

2-3 Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	(proposed in the outline design)	(at the time of signing the Grant Agreement)	

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

2-4 Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations
See Attachment 2.

2-4-2 Activities
See Attachment 3.

2-4-3 Report on RD
See Attachment 11.

2-5 Project Cost

2-5-1 Cost borne by the Grant(Confidential until the Bidding)

Components	Original		Cost (Million Yen)	
	(proposed in the outline design)	Actual (in case of any modification)	Original ¹⁾²⁾ (proposed in the outline design)	Actual
1.				
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar = Yen

2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components	Original		Cost (1,000 Taka)	
	(proposed in the outline design)	Actual (in case of any modification)	Original ¹⁾²⁾ (proposed in the outline design)	Actual
1.				

S R H J

G/A NO. XXXXXXXX
PMR prepared on DD/MM/YY

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar =

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)

(PMR)

2-6 Executing Agency

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (at the time of outline design)
name:
role:
financial situation:
institutional and organizational arrangement (organogram):
human resources (number and ability of staff):

Actual (PMR)

2-7 Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spareparts, etc.)

Original (at the time of outline design)

Actual (PMR)

3-2 Budgetary Arrangement

- Required O&M cost and actual budget allocation for O&M

Original (at the time of outline design)

(Handwritten signatures and initials)

Actual (PMR)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
2. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
3. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:

G/A NO. XXXXXXXX
 PMR prepared on DD/MM/YY

	Contingency Plan (if applicable):
Actual Situation and Countermeasures (PMR)	

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

(Handwritten signatures)

G/A NO. XXXXXXXX
PMR prepared on DD/MM/YY

Attachment

1. Project Location Map
2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
3. Monthly Report submitted by the Consultant
- Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
 - Consultant Member List
 - Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/ Agreement and Schedule of Payment)
5. Environmental Monitoring Form / Social Monitoring Form
6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final)only)
8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final)only)
9. Equipment List (PMR (final)only)
10. Drawing (PMR (final)only)
11. Report on RD (After project)



Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment Price (Increased) E=C+D	Condition of payment Price (Decreased) F=C-D
Item 1	●●t	●	●●	●	●●	●●
Item 2	●●t	●	●●	●	●●	●●
Item 3						
Item 4						
Item 5						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : ●●

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

Items of Specified Materials	1st month, 2015	2nd month, 2015	3rd month, 2015	4th	5th	6th
Item 1	●	●	●			
Item 2						
Item 3						
Item 4						
Item 5						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

-

Attachment 7

Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
 (Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Cost others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

Handwritten signatures and initials.

Date:
Ref. No.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
JICA ~~XXX~~ OFFICE
[Address specified in the Article 5 of the Grant Agreement]

Attention: Chief Representative

Ladies and Gentlemen:

NOTICE CONCERNING PROGRESS OF PROJECT

Reference : Grant Agreement, dated 署名日(signed date of the G/A), for プロジェクト名(name of the Project)

In accordance to the Article 6 (3) of the Grant Agreement, we would like to report on the progress of the Project up to the following stages:

[Common]

- Preparation of bidding documents - result of detailed design
- Completion of final works under construction/procurement contract

[Construction]

- Monthly progress [Month/Year]

[Procurement of Equipment]

- Shipping/delivery, hand-over (take over) of equipment
- Installation works
- Operational training

- Other _____

Please see the details as per attached Project Monitoring Report (PMR).

Very truly yours,

[Signature]

[Name of the signer]

[Title of the signer]

[Name of the executing agency]



cc:
Director General
Financial Cooperation Implementation Department
Japan International Cooperation Agency
[Address specified in the Article 5 of the Grant Agreement]

A handwritten signature in black ink, consisting of several stylized, cursive characters.

Annex 5

Major Undertakings to be taken by the Government of Bangladesh

1. Specific obligations of the Government of Bangladesh which will not be funded with the Grant

(1) Before the Bidding

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	Obtaining ECNEC's approval for DPP for the Project	Before E/N signing	MOD/SOB	-	
2	To open bank account (B/A)	within 1 month after the signing of the G/A	MOD/SOB		
3	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the consultant	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOD/SOB		
4	To secure and clear the following lands/ buildings; project sites for 70 GNSS CORSs and CORS Data Center For the project site of GNSS CORSs, the necessary conditions are the follows; -The sky is open enough to catch the GNSS -Electric power supply for the equipment can be provided -Tele-communication service can be provided -Security of the site can be ensured (preventing from theft, stone throwing, access by unidentified person)	before notice of the bidding document(s)	SOB		
5	To provide another bulidings if it was found that they are not safe enough to build CORS by JICA mission's survey	March, 2018	SOB		
6	To obtain the planning, zoning, building permit in order to implement site survey during the preparatory survey and use for installation and operation of GNSS CORSs.	6 th day of February, 2018	SOB		
7	To obtain all permission required to insall the GNSS CORSs	before notice of the bidding document(s)	SOB		
8	To clear, level and reclaim the following sites project sites for 70 GNSS CORSs	before notice of the bidding document(s)	SOB		
9	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding document(s)	SOB		
10	To secure the space for expansion of the equipment of CORS Data Center. The necessary conditions and equipments are the followings; -Air temperature can be controlled adequately. -Air tightness can be proper to prevent from dust	before notice of the bidding document(s)	SOB		

(2) During the Project Implementation

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the Supplier(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOD/SOB		
2	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A		MOD/SOB		
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)			
	2) Payment commission for A/P	every payment			
3	To enable provision of electric power supply for the equipment	1 month before installation of each equipment	SOB		
4	To ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the country of the Recipient and to assist the Supplier(s) with internal transportation therein	during the Project	MOD/SOB		
5	To accord Japanese physical persons and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MOD/SOB		
6	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be borne by its designated authority without using the Grant;	during the Project	MOD/SOB		
7	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	MOD/SOB		
8	To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training	within one month after completion of each work	SOB		
9	1) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	SOB		
	2) To submit a report concerning completion of the Project	within six months after completion of the Project	SOB		
10	To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s)		SOB		
	1) Electricity The distributing line to the site for 24h	before the commencement of the construction			
	2) Tele-communication The distributing line to the site	before the commencement of the construction			

S


11	To take necessary measure for safety construction and installation	during the Project	MOD/SOB		
----	--------------------------------------------------------------------	--------------------	---------	--	--

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost (including the one for maintenance contract of GNSS CORSs and CORS Data Center) 2) Operation and maintenance structure 3) Routine check/Periodic inspection/Annual license fee of necessary softwear for CORS Data Center after second year	After completion of the construction	MOD/SOB		
2	To take responsible on the safety of the buildings GNSS CORS are installed on	After selecting them by JICA mission.	SOB		

S A R J

2. Other obligations of the Government of Bangladesh funded with the Grant

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To provide the GNSS CORS which can receive the GPS, QZSS and other global navigation satellite including necessary equipment and software for expansion of CORS Data Center and mobile GNSS CORS 1) To conduct the following transportation Marin (Air) transportation of the products from Japan to the country of the Recipient. Internal transportation from the port of disembarkation to the project site		/
	2) To provide equipment with installation and commissioning -Approximately 70 GNSS CORSs with the protection against the thundering -Equipment and software of CORS Data Center -2 mobile GNSS CORS		
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
3	Contingencies		
	Total		XXX

* The Amount is provisional. This is subject to the approval of the Government of Japan.

(Provisional Translation)

Cabinet decision on the Development Cooperation Charter

February 10, 2015

Japan's Official Development Assistance Charter, decided by the Cabinet in 1992 and revised in 2003, has been the foundation of Japan's Official Development Assistance (ODA) policy.

Currently, as it commemorates the 60th anniversary of its ODA, Japan and the international community are at a major crossroads. In this new era, Japan must strongly lead the international community, as a nation that contributes even more proactively to securing peace, stability and prosperity of the international community from the perspective of "Proactive Contribution to Peace" based on the principle of international cooperation, while continuing to adhere to the course that it has taken to date as a peace-loving nation. This is also a juncture at which Japan's ODA activities should further evolve so as to strengthen further its role as an equal partner of developing countries in the joint efforts to address challenges facing the international community.

In the international community today, a huge amount of private funding flows to the developing countries, and various actors including the private sector, local governments, and non-governmental organizations (NGOs) are involved in global activities. These actors play important roles in dealing with development challenges and promoting sustainable growth in developing countries. Under these circumstances, Japan needs to address such development challenges not only through ODA but also by mobilizing various other resources.

Based on this recognition, the Government of Japan revises the ODA Charter and hereby establishes the Development Cooperation Charter, also bearing in mind the National Security Strategy decided by the Cabinet on December 17, 2013.

For the purpose of this Charter, the term "development cooperation" refers to "international cooperation activities that are conducted by the government and its affiliated agencies for the main purpose of development in developing regions." In this connection, "development" in this Charter is used in a broader sense rather than in the narrow sense; it also encompasses such activities as peacebuilding and governance, promotion of basic human rights and humanitarian assistance.

Such development cooperation needs to enhance synergetic effects for development through strengthened collaboration with other funding and activities of the Government of Japan and its affiliated agencies such as Other Official Flows (OOFs) and United Nations Peacekeeping operations (PKOs) as well as with private funding and activities whose objective is development or which contribute to development (i.e., funding and activities of various entities such as the private sector, local governments and NGOs).



Development Cooperation Charter
-For peace, prosperity and a better future for everyone-

At present the international community is in the midst of a transformation. It is experiencing changes in the global power balance on an unprecedented scale, an expansion of international economic activity due to rapid progress in globalization and technological innovation, deepening interdependency, and the growing influence of various non-state actors. Against this background, all kinds of risks in every part of the world can have a direct negative impact on the peace, stability and prosperity of the world including Japan. These risks range from transboundary challenges such as environmental issues and climate change, water-related issues, natural disasters, food crises and hunger, energy issues, and infectious disease, threats to the peace and stability of the international community such as international terrorism, transnational organized crimes, and piracy, to humanitarian issues in fragile states, regional conflicts, and political instability. In addition, as emerging and developing countries are taking on more economic importance, economic growth in these countries will affect the course of the growth of the global economy. Inclusive, sustainable and resilient growth in these countries is thus essential for the stable growth of the global economy as a whole. Furthermore, in light of Japan's current economic and social situation, deepening its cooperative relations with the international community including the emerging and developing countries and tapping into their vigor are the keys to its own sustainable prosperity. Amid all these changes, a peaceful, stable and prosperous international community is increasingly intertwined with the national interests of Japan. To secure its national interests, it is essential for Japan, as a "Proactive Contributor to Peace" based on the principle of international cooperation, to work together with the international community including developing countries to address global challenges.

The development challenges confronting the world have also changed significantly. While many countries, notably emerging countries, achieved progress in development, even such countries are experiencing problems such as political and economic instability owing to poor governance and other factors, internal disparities, sustainability issues, and the "middle income trap." Furthermore, countries such as small island countries have particular vulnerability and other issues that have emerged which cannot be assessed by income levels alone. In addition, countries are being left behind in terms of growth due to various vulnerabilities resulting from internal conflicts and political instability as well as their geological and climate conditions. To overcome such vulnerabilities, these countries are urgently in need not only of humanitarian assistance but also securing the stable foundations of development such as peace, stability, rule of law, governance and democratization, as well as setting in motion the process of development. In addition, in context of inclusive development that leaves no one behind, it is important to ensure that a wide range of stakeholders in society including women participate in every phase of development. As such, the world is facing more diverse and complex challenges. These challenges are increasingly widespread, transcending national borders as the world is increasingly globalized. In the world faced with such difficult challenges, individual countries are required more than ever to exercise ingenuity and take action.

I. Philosophy

Bearing in mind the recognition described above, Japan will implement development cooperation, that is, "international cooperation activities conducted by the government and its



affiliated agencies for the main purpose of development in developing regions", based on the philosophy described below.

(1) Objectives of development cooperation

Japan recognizes that all peoples of the world have the right to live in peace, free from fear and want. Since 1954, when it joined the Colombo Plan, Japan has consistently sought peace and prosperity of the international community, supported the development efforts of developing countries through development cooperation that centers on its official development assistance (ODA), and made efforts to solve global issues. This embodies the basic stance of Japan to earnestly tackle challenges facing the international community as a responsible major player. Many years of Japan's steady down-to-earth efforts to this end has won the respect and confidence of the international community, which expects Japan to play a more proactive role for the peace, stability and prosperity of the international community in a way commensurate with its national capabilities.

Japan overcame a range of problems and realized a period of high economic growth and a peaceful stable society with a small economic disparity to become the first developed country in Asia. At the same time, Japan has taken advantage of its philosophy in development cooperation, experience and expertise to deliver distinctive cooperation to Asian and other countries to support their economic growth. In these processes, it has experienced many successes and failures, and has accumulated a wealth of experience, expertise and lessons learned. The experience, expertise and lessons thus learned are not limited to those from the postwar high-growth period but also those from addressing present challenges such as declining and aging population, and reconstruction after the earthquake. Such experience, expertise and lessons learned contribute to addressing development challenges facing the world today, and the international community also has high expectations in this regard.

Bearing in mind the expectations of the international community, Japan, as a responsible major player in the world, will contribute more actively and exert strong leadership in addressing challenges facing the international community - especially development challenges and humanitarian concerns. Doing so is of great significance from the perspective of solidifying the confidence that the international community has in Japan.

In today's international community, it is no longer possible for any nation to secure peace and prosperity by itself. Under such circumstances, the path Japan should take to continue developing a prosperous and peaceful society lies in a serious effort to tackle various global challenges in cooperation with the international community, including developing countries, for a peaceful, stable and prosperous international community, and, in this process, to build solid and constructive relationships with various actors in the international community. Development cooperation provides one of the most important means for Japan in its agile implementation of such diplomacy; it carries significance as an "investment for the future."

Based on this recognition, Japan will promote development cooperation in order to contribute more proactively to the peace, stability and prosperity of the international community. Such cooperation will also lead to ensuring Japan's national interests such as maintaining its peace and security, achieving further prosperity, realizing an international environment that provides stability, transparency and predictability, and maintaining and protecting an international order based on universal values.

In the present international community, various actors including private companies, local governments and non-governmental organizations (NGOs) play an increasingly important role in addressing development challenges and supporting sustained growth of developing countries. It is therefore important to mobilize a wider range of resources that are not limited to ODA. In this context, ODA, as the core of various activities that contribute to development, will serve as a catalyst for mobilizing a wide range of resources in cooperation with various funds and actors and, by extension, as an engine for various activities aimed at securing peace, stability and prosperity of the international community.

(2) Basic policies

Japan's development cooperation for the objectives described above should be based on the philosophy that has been formed over its long history and should be further developed. In this context, the directions for development cooperation are defined as basic policies below:

A. Contributing to peace and prosperity through cooperation for non-military purposes

Japan's development cooperation has contributed to peace and prosperity of the world through cooperation for non-military purposes, which is one of the most suitable modalities for international contribution. Japan has consistently followed the path of a peace-loving nation since the end of World War II. Japan's development cooperation has been highly regarded by the international community as an embodiment of the country's sincere aspirations for peace and prosperity of the international community. Japan will continue to uphold this policy and comply with the principle of avoiding any use of development cooperation for military purposes or for aggravation of international conflicts, in proactively contributing to securing peace, stability and prosperity of the international community.

B. Promoting human security

Human security - a concept that pursues the right of individuals to live happily and in dignity, free from fear and want, through their protection and empowerment - is the guiding principle that lies at the foundation of Japan's development cooperation. Japan will thus focus its development cooperation on individuals - especially those liable to be vulnerable such as children, women, persons with disabilities, the elderly, refugees and internally-displaced persons, ethnic minorities, and indigenous peoples - and provide cooperation for their protection and empowerment so as to realize human security. At the same time, Japan will make efforts so that this basic policy will be understood and accepted widely among its partner countries, thereby mainstreaming the concept even further in the international community. Likewise, from the standpoint of its people-centered approach, Japan will also proactively contribute to promoting basic human rights, including women's rights.

C. Cooperation aimed at self-reliant development through assistance for self-help efforts as well as dialogue and collaboration based on Japan's experience and expertise

In its development cooperation, Japan has maintained the spirit of jointly creating things that suit partner countries while respecting ownership, intentions and intrinsic characteristics of the country concerned based on a field-oriented approach through dialogue and collaboration. It has also maintained the approach of building reciprocal relationships with developing countries in which both sides learn from each other and grow and develop together. These are some of the good traditions of Japan's cooperation which have supported self-help efforts of developing countries and aimed at future self-reliant development. On the basis of these traditions, Japan will continue to provide cooperation aimed at developing countries'

self-reliant development by emphasizing their own initiatives and self-help efforts as well as further deepening dialogue and collaboration with them while taking advantage of Japan's experience and expertise. In these processes, Japan will attach importance to building the foundations of self-help efforts and self-reliant development such as human resources, socio-economic infrastructure, regulations and institutions. It will also go beyond waiting for requests from partner countries by focusing on dialogue and collaboration with diverse actors not limited to governments and regional agencies of these countries, including proactively presenting proposals while giving full consideration to policies, programs and institutions related to development in the country concerned.

II. Priority policies

(1) Priority issues

In line with the philosophy described above, Japan sets out the following priority issues for development cooperation, while taking note of the inter-relationships between them, in order to deal with development challenges that are becoming more diverse, complex and broadly based, and also to achieve peace, stability and prosperity of the international community.

A. "Quality growth" and poverty eradication through such growth

The world's poor population is still large in number, and reducing poverty, especially eradicating absolute poverty, is the most fundamental development challenge. Especially as regards fragile states that have not been able to grasp the opportunities for development for different reasons and as regards people in vulnerable situations, it is important to provide both assistance from a humanitarian point of view and assistance designed to set the development process in motion and overcome vulnerability.

At the same time, in order to resolve the poverty issue in a sustainable manner, it is essential to achieve economic growth through human resources development, infrastructure development and establishment of regulations and institutions as well as the growth of the private sector enabled by the aforementioned actions, which are aimed at self-reliant development of developing countries. However, such growth should not be merely quantitative in nature, given that some of the countries that have achieved a measure of economic growth face challenges such as widening disparities, sustainability issues, inadequate social development, and political and economic instability. Rather, it should be "quality growth". Such growth is *inclusive* in that the fruits of growth are shared within society as a whole, leaving no one behind. It is *sustainable* over generations in terms of consideration to, among other aspects, harmony with the environment, sustained socioeconomic growth, and addressing global warming. And it is *resilient*, able to withstand and recover from economic crises, natural disasters and other shocks. These are some of the challenges Japan has tackled in its postwar history. Japan will take advantage of its own experience, expertise and technology as well as lessons learned in order to provide assistance to realize "quality growth" and poverty eradication through such growth.

From this perspective, Japan will provide assistance necessary to secure the foundations and the driving force for economic growth. Its scope includes: the development of industrial infrastructure and industries through improvements in such areas as infrastructure, finance and trade and investment climate; sustainable cities; introduction of information and communications technology (ICT) and high technology; promotion of science, technology and innovation; research and development; economic policy; vocational training and industrial human resources development; employment creation; and the promotion of agriculture, forestry and fisheries that includes the development of food value chains. At the

same time, Japan will provide assistance necessary to promote people-centered development that supports basic human life, taking full account of the importance of human and social development. It encompasses health care, safe water and sanitation, food and nutrition, quality education for all, disparity reduction, empowerment of women, culture and sports that brings about spiritual affluence.

B. Sharing universal values and realizing a peaceful and secure society

Stable development through "quality growth" will not be achieved unless the rights of individuals are guaranteed, people can engage in economic and social activities with a sense of safety, and the society is managed equitably and stably. With a view to solidifying the foundations for such development, Japan will provide assistance so as to share universal values such as freedom, democracy, respect for basic human rights and the rule of law as well as to realize a peaceful, stable and secure society.

The establishment of the rule of law, the realization of good governance, the promotion and consolidation of democratization, and respect for basic human rights including women's rights constitute the basis for effective, efficient and stable economic and social activities, and thereby support social and economic development. They also hold the key to realizing an equitable and inclusive society including reducing disparities. Japan will thus provide the necessary assistance in such areas as: development of legal and judicial systems that involves the development of positive law and the training of legal and judicial experts including experts in the correction and rehabilitation of offenders; development of economic and social systems; improvements in governance which include the training of civil servants and institutional capacity building for anti-corruption and other purposes; development of a democratic political structure including an electoral system; and democratization process with a focus on the media and education for democracy.

Peace, stability and security are prerequisites for nation-building and development. Accordingly, Japan will comprehensively address a wide range of factors causing conflict and instability, including poverty. It will also provide seamless assistance for peacebuilding from conflict prevention, emergency humanitarian assistance in the conflict situation, and promotion of conflict termination to emergency humanitarian assistance and assistance for recovery, reconstruction, and development in the post-conflict stage. Such assistance will address a range of needs such as: humanitarian assistance for refugees and internally-displaced persons; protection and participation of women and the socially vulnerable; reconstruction of social and human capital; the restoration of governance functions based on a trusting relationship between the government and the public; the removal of landmines and unexploded ordnance and the collection of small arms; and the restoration of public order. In natural disasters and other emergencies, Japan will provide prompt assistance taking into account longer-term recovery and reconstruction. In view of the fact that threats to stability and security can hamper socio-economic development, Japan will also provide assistance to enhance capacities in developing countries such as: the capacity of law enforcement authorities including capabilities to ensure maritime safety; the capacity of security authorities including capabilities to combat terrorism and transnational organized crime including drug trafficking and trafficking in persons; and the capacity of developing countries in relation to global commons such as seas, outer space, and cyberspace.

C. Building a sustainable and resilient international community through efforts to address global challenges

Transboundary challenges facing humanity include environmental issues and climate change, water related issues, major natural disasters, infectious diseases, food issues, and energy issues. These challenges significantly affect not only developing countries but also the international community as a whole, causing damage to many people with particularly serious impact likely on the poor and other vulnerable people.

These global challenges cannot be dealt with by a single country and require united efforts at the regional level or by the international community as a whole. Taking full account of the international development goals such as the Millennium Development Goals (MDGs), the post-2015 development agenda and the discussions regarding these goals, Japan will take the lead in addressing these challenges including through participation in the formulation of international goals and guidelines and active efforts to achieve these goals. Through these efforts, Japan will seek to contribute to building a sustainable and resilient international community.

In this context, Japan will address challenges such as: actions against climate change including the creation of a low carbon society and adaptation to adverse effects of climate change; infectious diseases control; promotion of universal health coverage; mainstreaming disaster risk reduction; disaster risk reduction and post-disaster recovery measures; conservation of biodiversity and the sustainable use of resources from forests, farmlands and oceans; promotion of a sound water cycle; environmental management and other environmental-related initiatives; responses to demographic challenges including an aging population; food security and nutrition; sustainable access to resources and energy; closing the digital divide.

(2) Priority policy issues by region

In view of the increasingly diverse, complex, and broader-based development challenges and the progress in globalization in the international community today, it is necessary to implement cooperation that cater to the needs and characteristics of each region while maintaining a global perspective. Bearing in mind the priority policy issues for each region mentioned below, Japan will provide more focused cooperation in a strategic, effective and agile manner while coping flexibly with ever changing situations. In this process, attention will be paid to the increasing relevance of recent developments such as: moves toward regional integration such as establishment of regional communities; efforts to address trans-boundary issues at the regional level; efforts toward greater-area development; efforts to strengthen inter-regional connectivity; and increasing connectivity among regions. In addition, Japan will extend necessary cooperation to countries based on their actual development needs and affordability. These include countries that despite progress in development, are laden with challenges that hamper sustained economic growth, notably the so-called "middle income trap," as well as with development challenges including global challenges such as exposure to natural disasters, infectious diseases, and environmental issues and climate change; small island countries and others that are faced with special vulnerabilities despite having attained a certain level of per capita income.

Asia is a region that has a close relationship with Japan and high relevance to its security and prosperity. With this recognition, Japan will extend development cooperation to the region.

Particularly with respect to the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) region, Japan will support the establishment of the ASEAN Community as well as the comprehensive and sustained development of ASEAN as a whole. This will include a focus on the



development of both physical and non-physical infrastructure including that which is needed for strengthening connectivity and the reduction of disparities both within the region and within individual countries. Japan will specifically strengthen assistance to the Mekong region as well as continue its assistance to countries that have already achieved a certain level of economic growth to keep them from being caught in the "middle income trap" through assistance to promote increased productivity and technical innovations such as human resources development. At the same time, priority will be attached to assistance that raises disaster risk reduction and disaster relief capabilities and promotes the rule of law, which constitutes the basis for stable economic and social activities. Japan will also promote cooperation with ASEAN as a regional organization to support united efforts to tackle its challenges.

With respect to South Asia, Japan will support regional stability and the fulfillment of a variety of level of regional potential. This will involve cooperation for building the foundations for economic development through growth, including cooperation on improving trade and investment climate especially by developing infrastructure and strengthening connectivity in the Asian region. Japan will also extend cooperation on basic human needs such as health care, sanitation and education, and on socio-economic infrastructure development for narrowing the gap between the rich and the poor.

With respect to Central Asia and the Caucasus, Japan will support nation-building and regional cooperation for the long-term stability and sustainable development of the region and its neighboring regions, while taking into consideration the disparities within the region.

With respect to Africa, Japan will provide assistance through joint efforts of the public and the private sector through the process of the Tokyo International Conference on African Development (TICAD) so that Africa's remarkable growth in recent years based on expanding trade, investment and consumption will lead to further development for both Japan and Africa. Japan will take particular note of Africa's initiatives toward regional development and integration at the sub-regional level. Meanwhile, Africa still has countries that are prone to conflict or are burdened with an accumulation of serious development challenges. Bearing this in mind, Japan will continue to actively engage in assistance for peacebuilding and assistance to fragile states from the perspective of human security, providing necessary assistance with a view towards establishing and consolidating peace and stability, and solving serious development challenges in the region.

The Middle East is an important region not only for Japan but also for the international community as a whole in terms of peace, stability and stable energy supply. With a view to proactively contributing to the peace and stability of the region and to the coexistence and mutual prosperity of Japan and the Middle East, necessary assistance will be provided to address challenges such as peacebuilding, reducing disparity and human resources development.

With respect to Central and Eastern Europe, Japan will support the moves toward the integration of Europe, which shares universal values such as freedom, democracy, respect for basic human rights and the rule of law, by providing assistance necessary to this end.

With respect to Latin America, Japan will provide assistance to foster an environment more conducive to economic development through trade and investment among others, and to extend necessary cooperation against a backdrop of internal disparities which exist even in



countries that have achieved considerable progress in development. Consideration will be given to the presence of ethnic Japanese (“*Nikkei*”) communities in the region, which serves as a strong bond between Japan and the region.

With respect to small island countries in Oceania, the Caribbean and other regions also have vulnerabilities that are peculiar to small island countries. They are also faced with the challenge of coping with the effects of global environmental problems including: water scarcity, damage due to sea level rise and natural disasters associated with climate change. Japan will provide assistance based on individual development needs while bearing in mind the peculiarities of small island countries.

III. Implementation

(1) Implementation principles

Efforts will be made to implement development cooperation effectively and efficiently, while taking into account international discussion including on development effectiveness, so as to obtain maximum effect towards realizing the philosophy and implementing the priority policies described above. It is also necessary to give full consideration to the impacts of cooperation to the recipient countries and societies, and to the appropriateness of cooperation. Based on such considerations, Japan will implement development cooperation in accordance with the following principles.

A. Principles for effective and efficient development cooperation

(a) A more strategic approach

A more strategic approach should be taken to maximize the impact of Japan's development cooperation. In other words, it is important for the government and implementing agencies to work as one – in cooperation with diverse stakeholders – and to mobilize various resources available to Japan. It is also important to engage in the development cooperation cycle of policymaking, implementation and evaluation in an integrated manner.

On policymaking, it is necessary to fully recognize that development cooperation is one of the most important tools of Japan's foreign policy, which calls for strategic and agile responses to ever-changing international affairs. With this recognition, Japan will formulate strategic and effective policies and goals concerning development cooperation, prioritizing as appropriate, based on its foreign policy. In the process, Japan will thoroughly assess diverse factors such as: the state of affairs in the international community including developing countries; the development policies and programs of developing countries; and the strategic importance of the recipient country and the development challenges being addressed in relation to Japan. In addition, for the purpose of clarifying its development cooperation policies, thematic policies, regional policies, and country policies will be structured under this Charter.

In implementing development cooperation, Japan will enhance synergies between ODA and non-ODA finance/cooperation so as to make the most of resources of the government and its affiliated agencies. Furthermore, from the standpoint of its foreign policy and more effective and efficient development cooperation, Japan will organically combine technical cooperation, loan assistance and grant aid. It will also strive to increase the speed of implementation, improve related systems and operate them flexibly.

In the light of the importance of evaluation not only for improving effectiveness and efficiency but for accountability to the public, Japan will conduct evaluations at the policy and program/project levels and feed the results back to the decision-making and program/project

implementation processes. Such evaluations, while focusing on outcomes, will take into account the peculiarities and conditions of the recipients. Efforts will be made to undertake evaluation from a diplomatic point of view as well.

(b) Cooperation that takes advantage of Japan's strengths

Japan's human resources, expertise, advanced technology and systems today were developed in the process of overcoming various challenges as it underwent high economic growth and rapid demographic changes. These assets can be beneficial for developing countries in addressing similar challenges, both present and future; in fact, expectations for Japan are high in this regard. In implementing development cooperation, Japan will proactively adopt proposals from various actors in the private and other sectors. It will also work with universities and research institutions to make good use of their expertise and seek out their untapped capabilities. Japan's assistance in infrastructure development will not be limited to constructing physical infrastructure. It will also address the non-physical aspects that encompass developing systems for operating and maintaining such infrastructure as well as human resources development and institution building. Such an integrated approach will enable active utilization of Japan's experience and expertise. In addition, given that Japan's distinctive characteristics such as Japanese values and occupational culture are highly regarded by the international community, it will take into account the possibility of utilizing its soft power including the Japanese language.

(c) Proactive contribution to international discussions

Japan will strive to make its development cooperation policies better understood by the international community, and for this purpose, categorize the experiences and expertise gained in its development cooperation. To ensure that Japan's policies are adequately reflected in the process of shaping the philosophy and trends in international development cooperation, Japan will proactively participate in and contribute to relevant discussions at the United Nations, international financial institutions, the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), especially its Development Assistance Committee (DAC), and other international frameworks.

B. Principles for securing the appropriateness of development cooperation

So as to secure the appropriateness of its development cooperation policies and individual programs/projects and to give consideration to the various impacts of such cooperation on the recipient countries and societies, Japan's development cooperation will be provided in accordance with the principles described below, and by comprehensively taking into account developing countries' development needs and socio-economic conditions, as well as Japan's bilateral relations with each recipient country.

(a) Situation regarding consolidation of democratization, the rule of law and the protection of basic human rights

Japan will pay adequate attention to the situation in the recipient countries regarding the process of democratization, the rule of law and the protection of basic human rights, with a view to promoting the consolidation of democratization, the rule of law and the respect for basic human rights.

(b) Avoidance of any use of development cooperation for military purposes or for aggravation of international conflicts

Japan will avoid any use of development cooperation for military purposes or for aggravation of international conflicts. In case the armed forces or members of the armed forces in



recipient countries are involved in development cooperation for non-military purposes such as public welfare or disaster-relief purposes, such cases will be considered on a case-by-case basis in light of their substantive relevance.

(c) Situation regarding military expenditures, development and production of weapons of mass destruction and missiles, export and import of arms, etc.

Japan will pay close attention to the situation in recipient countries regarding military expenditures, development and production of weapons of mass destruction and missiles, and export and import of arms, etc. This is done with a view to maintaining international peace and stability including the prevention of terrorism and the non-proliferation of weapons of mass destruction, and based on the position that developing countries should allocate their resources appropriately and preferentially for their own socio-economic development.

(d) Impact of development on the environment and climate change

In order to make development compatible with the environment and to achieve sustainable development, Japan will give thorough consideration to the impact of development on the environment and climate change, and implement development cooperation which takes full account of the environment.

(e) Ensuring equity and consideration to the socially vulnerable

In implementing development cooperation, Japan will pay full attention to the social impact and give full consideration to ensuring equity, while making efforts for participation of wide-ranging stakeholders in every phase of development cooperation, with a view to reducing disparities and in consideration of the socially vulnerable such as children, persons with disabilities, the elderly, ethnic minorities and indigenous peoples.

(f) Promoting women's participation

In the context of gender equality and greater role of women in development, Japan will encourage the participation of women at every phase of development cooperation and be more proactive in ensuring that women share equitably in the fruits of development, while giving consideration to the possible vulnerabilities of women and their special needs.

(g) Preventing fraud and corruption

It is necessary to prevent fraud and corruption in implementing development cooperation. While taking measures to encourage establishment of a compliance system by bid winners, Japan will work with recipient countries to create an environment conducive to preventing fraud and corruption, including the strengthening of governance in these countries. In this context, Japan will ensure adherence to appropriate procedures and strive to ensure transparency in the implementation process.

(h) Security and safety of development cooperation personnel

In order to ensure security and safety of development cooperation personnel, Japan will pay adequate attention to strengthening security and safety management capacity, gathering security information, taking security measures, and ensuring safety of workers in construction sites. Particularly in relation to assistance in politically unstable or unsafe areas such as assistance for peacebuilding, special security measures and arrangements will be implemented.

(2) Implementation arrangements

In view of the increasingly diverse, complex, and wider-based development challenges as well as the increasingly diverse development actors and development-related funds, Japan will strive to improve the implementation architecture of the government and the implementing agencies, strengthen collaboration at different levels, and reinforce the foundations for sustained implementation of development cooperation.

A. Improvement of the implementation architecture of the government and the implementing agencies

In implementing its development cooperation, the government will improve collaboration among the relevant ministries and agencies, with the Ministry of Foreign Affairs serving as a hub in charge of coordinating the planning of development cooperation policies. It will also ensure close collaboration between the government, which is responsible for planning policies, and the Japan International Cooperation Agency (JICA), which is responsible for implementation. At the same time, the government and JICA will further strive to develop the capacities of these organizations as well as to improve relevant systems and institutions, while clarifying the division of their roles and responsibilities. Especially to improve the competitiveness of its development cooperation, the government and JICA will address issues such as agility, expertise, knowledge accumulation, research capacity, reinforcement of the functions of offices abroad, human resources development and arrangements for emergency humanitarian relief. Consideration will be given to the role of JICA domestic offices as a node for various actors, including companies, NGOs, local governments, universities and research institutions, and the public at large.

B. Strengthening partnerships

In the international community today, various non-governmental actors play an increasingly important role in the development of developing countries. With this recognition, collaboration between JICA and other agencies responsible for other official funds such as the Japan Bank for International Cooperation (JBIC), Nippon Export and Investment Insurance (NEXI), and the Japan Overseas Infrastructure Investment Corporation for Transport and Urban Development (JOIN) will be strengthened. The government will also enhance mutually beneficial partnerships with various actors so as to serve as a catalyst for mobilizing a wide range of resources, including the private sector.

(a) Public-private partnerships and partnerships with local governments

Official funds including ODA will continue to play an important role in the development of developing countries. However, given that private flows currently far exceed official flows into developing countries, adequate consideration should be given to the fact that activities of the private sector now serve as a powerful engine for economic growth of developing countries. In Asia, hard (physical) and soft (non-physical) basic infrastructure built with development cooperation has contributed to improving the investment climate. Development cooperation's role as a catalyst promoted private investment, which in turn has led to economic growth and poverty reduction in the recipient countries. It is important to recognize that, through these processes, Asia has developed into an important market and investment destination for Japanese private companies, and therefore, an extremely important region for the Japanese economy. In addition, experience and expertise of Japanese local governments play an increasingly significant role in addressing many of the challenges facing developing countries.

In light of the above, the government will promote development cooperation through public-private partnerships and partnerships with local governments utilizing the resources of

the private sector and local governments and promoting private-led growth, in order to support economic development of developing countries more vigorously and effectively and to enable such development to lead to robust growth of the Japanese economy. Specifically, partnerships with Japanese companies including small and medium-sized enterprises, local governments, universities and research institutions, and other actors will be strengthened in order to implement cooperation aimed at creating an environment conducive to the promotion of trade and investment among others in such areas as human resources development, development of legislation and institutions, and development of infrastructure and relevant systems from planning to implementation phases in a consistent manner.

In promoting public-private partnerships, Japan's development cooperation will seek to serve as a catalyst for expanding economic activities, while utilizing excellent technology and expertise, and ample funds of the private sector for addressing the challenges faced by developing countries. In addition, taking full account of the priority policies of development cooperation described earlier, Japan will give consideration to ensuring inclusiveness, sustainability and resilience of growth as well as promoting capacity building so that private investment that is made along with development cooperation will contribute to "quality growth" in developing countries.

(b) Coordination in emergency humanitarian assistance and international peace cooperation

In the context of increasingly severe and frequent disasters, there is plenty of scope for contribution by Japan, a country known for its disaster risk reduction. For effective implementation of disaster relief and other emergency humanitarian assistance, coordination with international organizations, NGOs and other actors that have relevant expertise will be strengthened.

In addition, Japan will continue to promote coordination with international peace cooperation activities such as UN peacekeeping operations (PKOs) to maximize their effective implementation.

(c) Partnerships with international, regional and sub-regional organizations

With their expertise, impartiality and wide networks, international organizations can implement effective and efficient cooperation in sectors or regions that are less accessible in bilateral cooperation and by taking advantage of their distinctive characteristics. Such multilateral cooperation can bring about synergies if combined with bilateral cooperation. Japan will therefore continue its proactive collaboration with international organizations in such areas as humanitarian assistance, peacebuilding, governance and global issues. In addition, in view of the role played by international organizations in shaping philosophy and trends in international development cooperation, Japan, as a responsible member of the international community, will strive to increase its influence and presence in international organizations and, by extension, the international community so that it can play a leading role in creating international norms. Furthermore, Japan will hold regular consultations with individual international organizations for policy coordination to create synergies with bilateral cooperation. Special attention will be paid to ensuring accountability to the public as regards the impacts and evaluation of development cooperation through international organizations.

Japan will also reinforce its partnerships with regional and sub-regional organizations in view of the trend towards regional integration and the importance of a transboundary approach at the regional level.

(d) Partnerships with donors, emerging countries and other actors

Like Japan, other donors have accumulated experience and expertise over many years of their development cooperation. Donor partnerships are required for greater development effectiveness. From this perspective, Japan will continue to promote partnerships with other donors in development cooperation to maximize its effectiveness, bearing in mind the perspective of its foreign policy.

In implementing development cooperation, it is also important to take advantage of expertise, human resources and their networks, and other assets that have been accumulated in the recipient countries during the many years of Japan's development cooperation. Japan's triangular cooperation involving emerging and other countries capitalizes on such assets. In view of the high regard held by the international community, Japan will continue to promote triangular cooperation.

(e) Partnerships with the civil society

Partnerships with the civil society in and outside of Japan, including NGOs, civil society organizations (CSOs) and private foundations, are important both for greater cooperation effectiveness and for the equitable and stable development of the recipient countries as they can accurately assess varying views and needs on the ground and take timely flexible actions. With this recognition, the government will strategically strengthen partnerships with NGOs/CSOs, including reinforcing their participation and collaboration in development cooperation. From this standpoint, the government will support excellent development cooperation projects of Japanese NGOs/CSOs and their capacity development. In this regard, the Ministry of Foreign Affairs and JICA will focus on developing human resources and systems in the social development sector.

The government will also encourage the participation of its people from all walks of life in development cooperation and promote utilization of their expertise in society, with a view to expanding those involved in development cooperation, including the recruitment of JICA Volunteers. In this regard, the government will provide adequate information to the public and listen to the voice of the people at all levels including suggestions regarding development cooperation.

C. Strengthening the foundations for implementation

In order for Japan's development cooperation to fulfil the required role of realizing its philosophy and implementing its priority policies, the foundations for its sustained implementation including financial and human resources must be strengthened. Necessary efforts will be made to this end while being mindful of the internationally-agreed target of increasing ODA to 0.7% of gross national income (GNI) and fully recognizing its extremely severe fiscal situation.

(a) Information disclosure and promoting understanding of the public and the international community

Development cooperation is financed by tax revenues from the public. The public's understanding and support are therefore essential to secure necessary funds for the sustained implementation of development cooperation. For this purpose, the government will strive for effective public relations on development cooperation in Japan, timely and adequate disclosure of information on implementation, evaluation and other aspects of development cooperation to the wider public in a transparent manner. The government will also provide easy-to-understand explanations on the policies, significance, outcomes and evaluation of

Japan's development cooperation by the international community among other aspects. The government will also actively engage in public information abroad as it is important to make Japan's development cooperation and its achievements better known and understood by the international community including developing countries.

(b) Promoting development education

The government will promote development education at school and various other places. The objective is for the public to develop the capacity to assess various aspects of development challenges facing the world, understand how these challenges relate to Japan, regard the challenges as their own for independent analysis, and participate in actions to address these challenges.

(c) Developing human resources and solidifying the intellectual foundations for development cooperation

Fostering human resources for development cooperation remains an important issue in the face of diversifying development challenges. In particular, promoting development cooperation in such areas as the rule of law, governance, finance and ICT calls for strengthening the institutional structure such as by training and securing the necessary human resources. The government, industry and the academia will therefore work as one to promote the training and development of globally competent human resources with specialized expertise among consultants, researchers, students, and employees at universities, private sector and NGOs/CSOs in addition to the personnel of the Ministry of Foreign Affairs and JICA. Efforts will also be made to increase opportunities for such persons to fulfill their capacity within and outside Japan and to make institutional and structural improvements.

In order to play a leading role in shaping the philosophy and trends in international development cooperation by making use of its strength, the government will also work with universities and research institutions among others to reinforce the intellectual foundations, including research capabilities to plan and disseminate development cooperation. This may take the form of joint policy research by researchers from Japan and developing countries or intellectual networking of such researchers.

(3) Reporting on the status of the implementation of the Development Cooperation Charter

The government will report the status of the implementation of the Development Cooperation Charter in the "White Paper on Development Cooperation," which is reported annually to the Cabinet.

February 10, 2015
Cabinet Decision

4-2 第二次現地調査 (2018年8月11日~8月17日)

**Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station)
Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh
(Explanation on Draft Preparatory Survey Report)**

With reference to the minutes of discussions signed between Survey of Bangladesh (hereinafter referred to as "SOB"), Economic Relations Division (hereinafter referred to as "ERD"), Ministry of Defence (hereinafter referred to as "MOD") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") on February 27, 2018 and in response to the request from the Government of the People's Republic of Bangladesh (hereinafter referred to as "Bangladesh") dated September 3, 2015, JICA dispatched the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") for the explanation of Draft Preparatory Survey Report (hereinafter referred to as "the Draft Report") for the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh (hereinafter referred to as "the Project").

As a result of the discussions, both sides agreed on the main items described in the attached sheets.

Dhaka, 19 August, 2018



Yasuhiro KAWAZOE
Leader
Senior Representative
Bangladesh Office
Japan International Cooperation Agency




Bashir Ahamed
Joint Secretary
Economic Relations Division
Ministry of Finance
People's Republic of Bangladesh



79



Brig Gen Zakir Ahmed,psc
Surveyor General
Survey of Bangladesh
People's Republic of Bangladesh



Brig Gen Md Abdur Rouf, ndc.afwc,psc
Joint Secretary
Ministry of Defence
People's Republic of Bangladesh

২৭

ATTACHEMENT

1. Objective of the Project
The objective of the Project is to acceralate the efficient infrastructure development with high accuracy and efficient surveying and mapping in Bangladesh through establishment of additional CORSs and equipments of Tidal Station in Bangladesh, thereby contributing to accelerate the economic growth for the whole nation of Bangladesh.
2. Title of the Project
Bangladesh side requested to change the title of the Project from “the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network and Establishment of Tidal Stations in Bangladesh” to “the Project for Densification of GNSS CORS (Continuously Operating Reference Station) Network and Modernization of Tidal Stations in Bangladesh” in order to be correspondent to the scope of the Project. The Team understood the necessity of it. Both sides confirmed that the title of the Project requested by Bangladesh side will be examined further by the Government of Japan.
3. Project site
Both sides confirmed that the sites of the Project are 73 locations in whole country of Bangladesh for CORSs, Tidal Station in Chattogram and GNSS CORSs Management System in SOB bulding in Dhaka, which is shown in Annex 1.
4. Responsible authority for the Project
Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:
 - 4-1. The Survey of Bangladesh (hereinafter referred to as “SOB”) will be the executing agency for the Project (hereinafter referred to as “the Executing Agency”). The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be taken care by relevant authorities properly and on time. The organization charts are shown in Annex 2.
 - 4-2. The line ministry of the Executing Agency is the Ministry of Defence (hereinafter referred to as “MOD”). The MOD shall be responsible for supervising the Executing Agency on behalf of the Government of Bangladesh.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left, a checkmark, a smaller signature, and the number '19'.

5. Contents of the Draft Report

After the explanation of the contents of the Draft Report by the Team, the Bangladesh side agreed to its contents.

6. Cost estimate

Both sides confirmed that the cost estimate explained by the Team is provisional and will be examined further by the Government of Japan for its approval. Both sides confirmed that the cost estimate including the contingency explained by the Team is provisional and will be examined further by the Government of Japan for its approval. The contingency would cover the additional cost against natural disaster, unexpected natural conditions, etc.

7. Confidentiality of the cost estimate and technical specifications

Both sides confirmed that the cost estimate and technical specifications of the Project should never be disclosed to any third parties until all the contracts under the Project are concluded.

8. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant

The Bangladesh side agreed that the procedures and basic principles of Japanese Grant as described in Annex 3 shall be applied to the Project. In addition, the Bangladesh side agreed to take necessary measures according to the procedures.

9. Timeline for the project implementation

The Team explained to the Bangladesh side that the expected timeline for the project implementation is as attached in Annex 4.

10. Expected outcomes and indicators

Both sides agreed that key indicators for expected outcomes are as follows. The Bangladesh side will be responsible for the achievement of agreed key indicators targeted in year 2023 and shall monitor the progress based on those indicators.

[Quantitative indicators]

Objectively Verifiable Indicators	Baseline (2018)	Target (2023) (3rd year of operation)
The use of GNSS CORSs data	The number of users: 10 users	280 users



	The number of sectors to use GNSS CORSs data other than surveying: 2 sectors	6 sectors
Failure rate of GNSS CORSs	Yearly failure Rate : Approximately 7%	Yearly failure Rate : Approximately 3%
Covered area for RTK surveying	Covered area : 17,000km ² (12% of land area)	Covered area : 141,000 km ² (96% of land area)

[Qualitative indicators]

- Surveying user satisfaction (concerning necessary period for surveying, survey accuracy) will be increased.
- Geospatial information will be created efficiently.
- Advanced use of tide level (detection and/or exclusion of abnormal tide level change caused by weather/walrus) will be realized.
- Services using GNSS CORSs data such as automatic operation of machines/equipment will be enhanced.

11. Technical assistance (“Soft Component” of the Project)

Considering the sustainable operation and maintenance of the products and services granted through the Project, following technical assistance is planned under the Project. The Bangladesh side confirmed to deploy necessary number of counterparts who are appropriate and competent in terms of its purpose of the technical assistance as described in the Draft Report.

12. Undertakings of the Project

Both sides confirmed the undertakings of the Project as described in Annex 5. With regard to exemption of customs duties, internal taxes and other fiscal levies as stipulated in (2) During the Project Implementation, No. 6 of Annex 5, both sides confirmed that such customs duties, internal taxes and other fiscal levies, which shall be clarified in the bid documents by SOB during the implementation stage of the Project.

The Bangladesh side assured to take the necessary measures and coordination including allocation of the necessary budget which are preconditions of implementation of the Project. It is further agreed that the costs are indicative, i.e. at

Outline Design level. More accurate costs will be calculated at the Detailed Design stage.

Both sides also confirmed that the Annex 5 will be used as an attachment of G/A.

Bangladesh side also agreed that such customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the People's Republic of Bangladesh with respect to the purchase of the products and/or services procured by Japanese Grant under the Project should be exempted or be paid by SOB without using the Grant.

SOB assured to prepare Development Project Proposal (DPP) based on the Draft Report as soon as possible and obtain DPP approval for the Project before the signing of Exchange of Note in order to ensure the adequate budget allocation including the aboved mentioned customs duties, internal taxes and other fiscal levies which are preconditions of implementation of the Project.

MOD and SOB also confirmed to take necessary measure for safety during the Project such as escort for Japanese physical persons during the Project especially when they go and back around whole country of Bangladesh for installing GNSS CORSs and to Tidal Station in Chattogram etc.

Bangladesh side also agreed to take responsible on the safety of the buildings GNSS CORS are installed on after selecting them by The team.

13. Monitoring during the implementation

The Project will be monitored by the Executing Agency and reported to JICA by using the form of Project Monitoring Report (PMR) attached as Annex 6. The timing of submission of the PMR is described in Annex 5.

14. Project completion

Both sides confirmed that completion of the Project will be determined when all the equipment procured and installed by the grant are in operation. The completion of the Project will be reported to JICA promptly, but in any event not later than six months after completion of the Project.

15. Ex-Post Evaluation

JICA will conduct ex-post evaluation after three (3) years from the project

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large signature on the left, a smaller signature in the middle, a signature on the right, and the number '27' on the far right.

completion, in principle, with respect to five evaluation criteria (Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact, Sustainability). The result of the evaluation will be publicized. The Bangladesh side is required to provide necessary support for the data collection.

16. Schedule of the Study

JICA will finalize the Preparatory Survey Report based on the confirmed items. The report will be sent to the Bangladesh side around October, 2018.

17. Environmental and Social Considerations

17-1. Environmental Guidelines and Environmental Category

The Team explained that 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)' (hereinafter referred to as "the Guidelines") is applicable for the Project. The Project is categorized as C because the Project is likely to have minimal adverse impact on the environment under the Guidelines.

18. Other Relevant Issues

18-1. Disclosure of Information

Both sides confirmed that the Preparatory Survey Report from which project cost is excluded will be disclosed to the public after completion of the Preparatory Survey. The comprehensive report including the project cost will be disclosed to the public after all the contracts under the Project are concluded.

18-2. The Bangladesh side explained to the Team that SOB is an independent and civilian institution under the direct command of Ministry of Defence, and absolutely cut from the chain of command of military forces.

18-3. The Bangladesh side assured that GNSS CORSs and Tide Gauge System to be provided by the Project shall be used for civilian purposes only such as high accuracy and efficient surveying and mapping etc. The Team would examine the specification of GNSS CORSs under the Project based on civilian use purpose.

18-4. The Bangladesh side understood the principle of the Japan's Development Cooperation Charter (Reference), which stresses that Japan's ODA must not be utilized for military purpose or promoting international conflicts, and agreed to



following conditions regarding the GNSS CORSS and Tide Gauge System to be procured in the Project ;

GNSS CORSS and Tide Gauge System under the Project;

- i) shall never be used for any military purposes including logistic support under any circumstances;
- ii) shall never be transferred to any third party without prior consultation with the Japanese Government;and
- iii) shall be monitored by the Embassy of Japan in Bangladesh and JICA Bangladesh Office in accordance with procedures designated by the Government of Japan.

The Bangladesh side also agreed to report the status of utilization of GNSS CORS and equipment under the Project to the Embassy of Japan in Bangladesh and JICA Bangladesh Office upon requests at any time.

18-5. Both sides confirmed that Bangladesh side retains a right to condemn GNSS CORSS and Tide Gauge System under the Project after the expiration of reasonable expected life time of each GNSS CORSS and Tide Gauge System with a prior consultation with JICA.

18-6. The Bangladesh side agreed to provide physical and non-physical security measures including providing SOB armed guards, upon requests from Japanese side, for all concerned Japanese and third-country nationals working for the Project in Bangladesh during their stay in Bangladesh.

18-7. Possibility of the change of scope of the Project.

The Team pointed that there may be a possibility of revision of specification, quantity and delivery schedule, from those described in Draft Report, of the GNSS CORSS and Tide Gauge System to be procured under Grant Aid after signing of G/A due to market circumstance, building capacity of tenderer and other reasons at the timing of tender. Bangladesh side agreed to that.

Annex 1 Project Site
Annex 2 Organization Chart
Annex 3 Japanese Grant

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large 'A', a stylized 'S', a signature, and a signature with a checkmark.

Annex 4 Project Implementation Schedule

Annex 5 Major Undertakings to be taken by the Government of Bangladesh

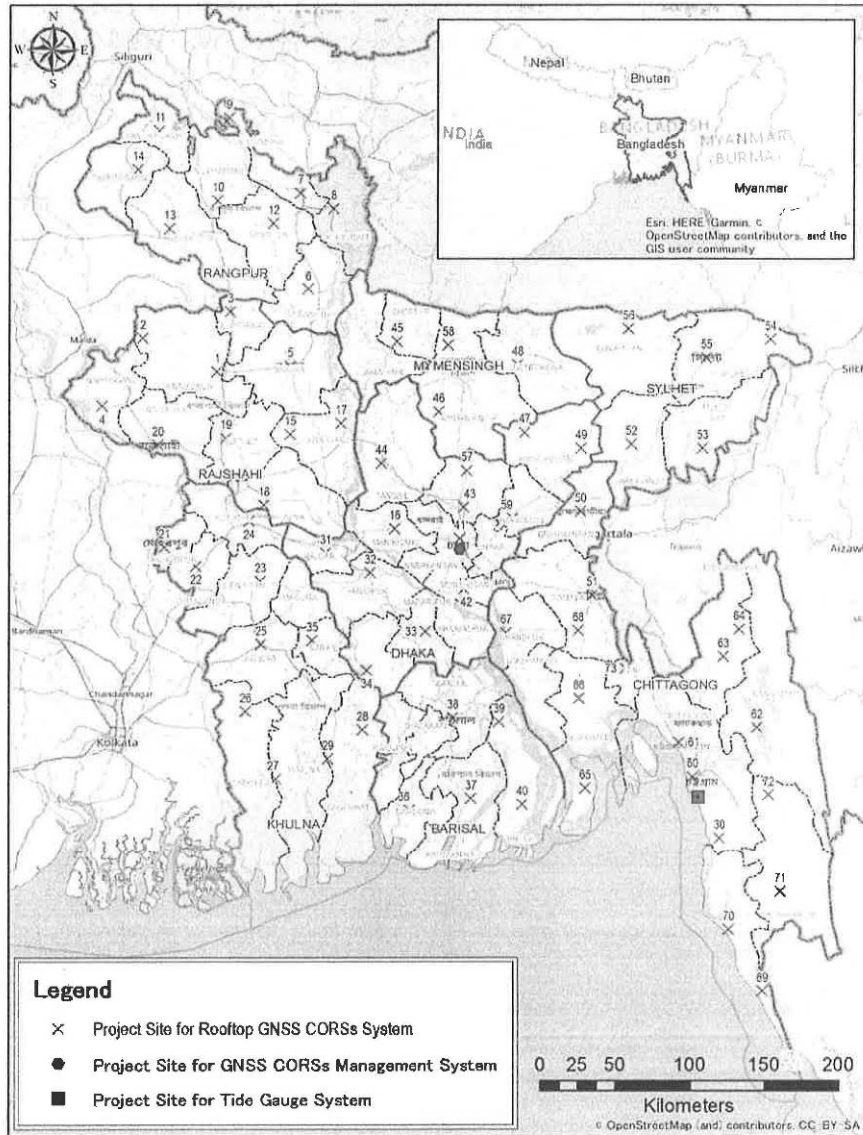
Annex 6 Project Monitoring Report (template)

Reference: the Japan's Development Cooperation Charter

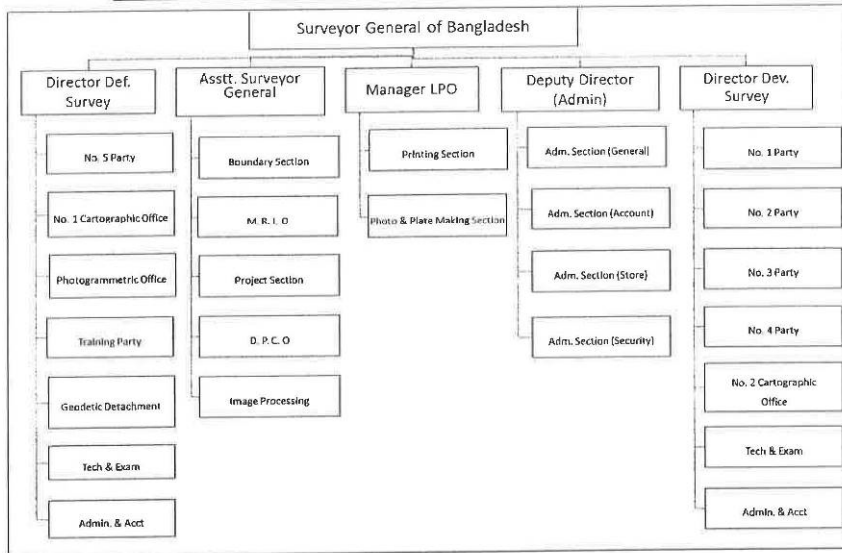
A R J 29

Annex 1

PROJECT SITE



ORGANIZATION CHART OF SURVEY OF BANGLADESH



[Handwritten signatures and initials]

JAPANESE GRANT

The Japanese Grant is non-reimbursable fund provided to a recipient country (hereinafter referred to as “the Recipient”) to purchase the products and/or services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Followings are the basic features of the project grants operated by JICA (hereinafter referred to as “Project Grants”).

1. Procedures of Project Grants

Project Grants are conducted through following procedures (See “PROCEDURES OF JAPANESE GRANT” for details):

- (1) Preparation
 - The Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Survey”) conducted by JICA
- (2) Appraisal
 - Appraisal by the government of Japan (hereinafter referred to as “GOJ”) and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- (3) Implementation
 - Exchange of Notes
 - The Notes exchanged between the GOJ and the government of the Recipient
 - Grant Agreement (hereinafter referred to as “the G/A”)
 - Agreement concluded between JICA and the Recipient
 - Banking Arrangement (hereinafter referred to as “the B/A”)
 - Opening of bank account by the Recipient in a bank in Japan (hereinafter referred to as “the Bank”) to receive the grant
 - Construction works/procurement
 - Implementation of the project (hereinafter referred to as “the Project”) on the basis of the G/A
- (4) Ex-post Monitoring and Evaluation
 - Monitoring and evaluation at post-implementation stage

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide basic documents necessary for the appraisal of the the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of



relevant agencies of the Recipient necessary for the implementation of the Project.

- Evaluation of the feasibility of the Project to be implemented under the Japanese Grant from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.
- Confirmation of Environmental and Social Considerations

The contents of the original request by the Recipient are not necessarily approved in their initial form. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant.

JICA requests the Recipient to take measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the executing agency of the Project. Therefore, the contents of the Project are confirmed by all relevant organizations of the Recipient based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA contracts with (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the feasibility of the Project.

3. Basic Principles of Project Grants

(1) Implementation Stage

1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the Recipient to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Recipient to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as conditions of disbursement, responsibilities of the Recipient, and procurement conditions. The terms and conditions generally applicable to the Japanese Grant are stipulated in the "General Terms and Conditions for Japanese Grant (January 2016)."

Handwritten signatures and initials, including a large 'A', a checkmark, a stylized signature, and the number '17'.

2) Banking Arrangements (B/A) (See “Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)” for details)

- a) The Recipient shall open an account or shall cause its designated authority to open an account under the name of the Recipient in the Bank, in principle. JICA will disburse the Japanese Grant in Japanese yen for the Recipient to cover the obligations incurred by the Recipient under the verified contracts.
- b) The Japanese Grant will be disbursed when payment requests are submitted by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Recipient.

3) Procurement Procedure

The products and/or services necessary for the implementation of the Project shall be procured in accordance with JICA's procurement guidelines as stipulated in the G/A.

4) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the Recipient to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

5) Eligible source country

In using the Japanese Grant disbursed by JICA for the purchase of products and/or services, the eligible source countries of such products and/or services shall be Japan and/or the Recipient. The Japanese Grant may be used for the purchase of the products and/or services of a third country as eligible, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and/or services necessary for achieving the objective of the Project. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm, which enter into contracts with the Recipient, are limited to "Japanese nationals", in principle.

6) Contracts and Concurrence by JICA

The Recipient will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be concurred by JICA in order to be verified as eligible for using the Japanese Grant.

7) Monitoring

The Recipient is required to take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and to regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).

8) Safety Measures

The Recipient must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.

9) Construction Quality Control Meeting

Construction Quality Control Meeting (hereinafter referred to as the “Meeting”) will be held for quality assurance and smooth implementation of the Works at each stage of the Works. The member of the Meeting will be composed by the

Four handwritten signatures or initials are present at the bottom of the page. From left to right: a stylized signature, a checkmark, a signature, and the number '27'.

Recipient (or executing agency), the Consultant, the Contractor and JICA. The functions of the Meeting are as followings:

- a) Sharing information on the objective, concept and conditions of design from the Contractor, before start of construction.
- b) Discussing the issues affecting the Works such as modification of the design, test, inspection, safety control and the Client's obligation, during of construction.

(2) Ex-post Monitoring and Evaluation Stage

- 1) After the project completion, JICA will continue to keep in close contact with the Recipient in order to monitor that the outputs of the Project is used and maintained properly to attain its expected outcomes.
- 2) In principle, JICA will conduct ex-post evaluation of the Project after three years from the completion. It is required for the Recipient to furnish any necessary information as JICA may reasonably request.

(3) Others

1) Environmental and Social Considerations

The Recipient shall carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the Recipient and JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).

2) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient

For the smooth and proper implementation of the Project, the Recipient is required to undertake necessary measures including land acquisition, and bear an advising commission of the A/P and payment commissions paid to the Bank as agreed with the GOJ and/or JICA. The Government of the Recipient shall ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Products and/or the Services be exempted or be borne by its designated authority without using the Grant and its accrued interest, since the grant fund comes from the Japanese taxpayers.

3) Proper Use

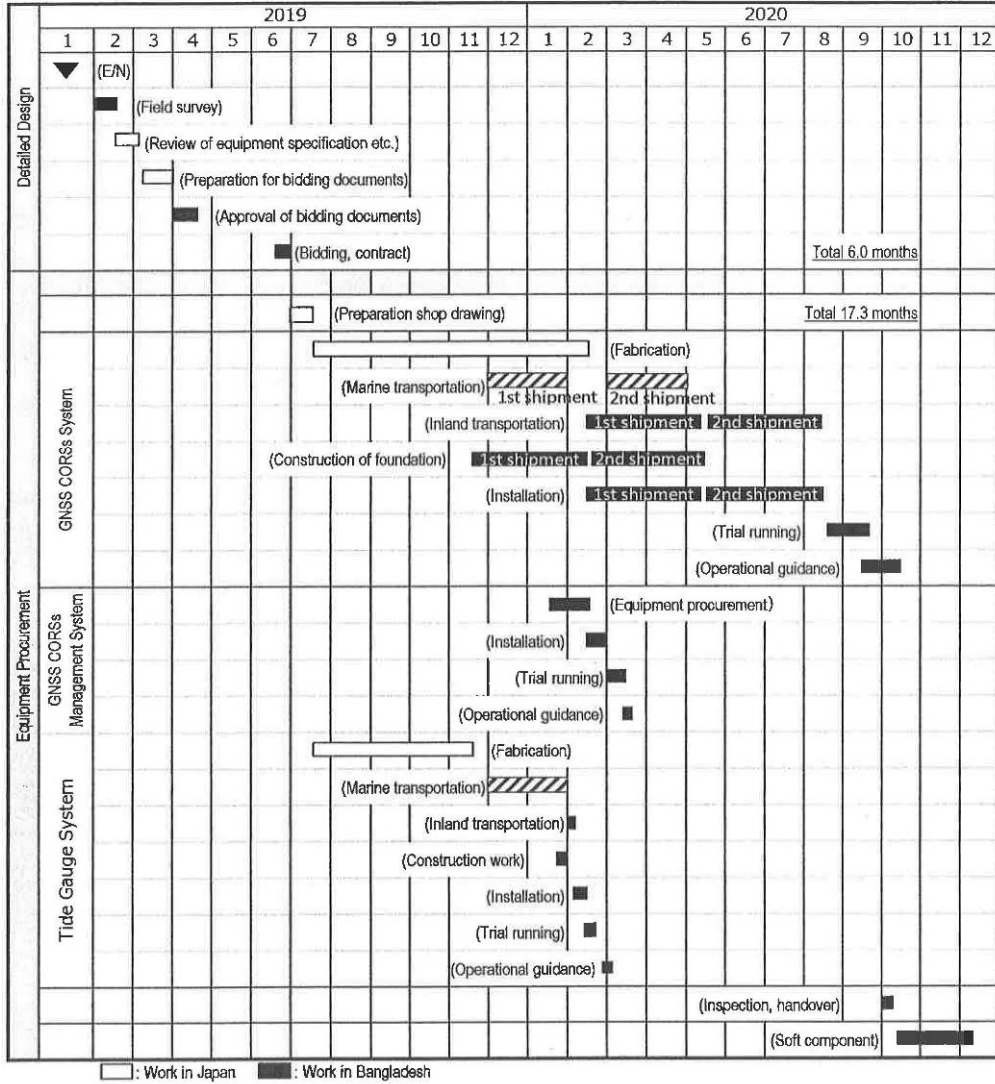
The Recipient is required to maintain and use properly and effectively the products and/or services under the Project (including the facilities constructed and the equipment purchased), to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Japanese Grant.



4) Export and Re-export

The products purchased under the Japanese Grant should not be exported or re-exported from the Recipient.

R N J 17



Handwritten signatures and the number 12.

Annex 5

Major Undertakings to be taken by the Government of Bangladesh

1. Specific obligations of the Government of Bangladesh which will not be funded with the Grant

(1) Before the Bidding

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost (thousand BDT)	Ref.
1	Obtaining ECNEC's approval for DPP for the Project	Before E/N signing	MOD/SOB/ERD		
2	To open bank account (B/A)	within 1 month after the signing of the G/A	MOD/SOB/Bangladesh Bank	478 (including *1, *2, *3, *4)	
3	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the consultant	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOD/SOB/Bangladesh Bank	*1	
4	To secure and clear the following lands/ buildings; project sites for 73 "Permanent GNSS CORSs System", "Tide Gauge System in Chattogram" and "GNSS CORSs Management System" For the project site of "Permanent GNSS CORSs System", the necessary conditions are the follows; -The sky is open enough to catch the GNSS -Security of the site can be ensured (preventing from theft, stone throwing, access by unidentified person) -The safety of the buildings "Permanent GNSS CORSs System" are installed on	before notice of the bidding document(s)	SOB		
5	To obtain the planning, zoning, building permit in order to use for installation and operation of "Permanent GNSS CORSs System".	before notice of the bidding document(s)	SOB		
6	To obtain all permission required to install the "Permanent GNSS CORSs System"	before notice of the bidding document(s)	SOB		
7	To clear, level and reclaim the project sites for 73 "Permanent GNSS CORSs System"	before notice of the bidding document(s)	SOB		
8	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding document(s)	SOB		
9	To secure the space for expansion of the equipment of "GNSS CORSs Management System". The necessary conditions are the followings; -Air temperature can be controlled adequately. -Air tightness can be proper to prevent from dust	before notice of the bidding document(s)	SOB		

Note: B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay,

Handwritten signatures and initials: A, K, J, 17

(2) During the Project Implementation

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost (thousand BDT)	Ref.
1	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the Supplier(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOD/SOB/Bangladesh Bank	*2	
2	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A				
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOD/SOB/Bangladesh Bank	*3	
	2) Payment commission for A/P	every payment		*4	
3	To enable provision of electric power supply for the equipment	1 month before installation of each equipment	SOB		
4	To ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the country of the Recipient and to assist the Supplier(s) with internal transportation therein	during the Project	MOD/SOB		
5	To accord Japanese physical persons and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MOD/SOB		
6	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be borne by its designated authority without using the Grant;	during the Project	MOD/SOB/ERD	160,338	
7	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	MOD/SOB/ERD		
8	To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training	within one month after completion of each work	SOB		
9	1) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	SOB		
	2) To submit a report concerning completion of the Project	within six months after completion of the Project			


12

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost (thousand BDT)	Ref.
10	To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s) 1) Electricity The distributing line to the site for 24h for "GNSS CORSs Management System" 2) Network-connection Network connection between SOB Tejgaon Office and SOB Mirpur Office for "GNSS CORSs Management System" 3) Application for Publication for Subdomain for "GNSS CORSs Management System" 4) Connection to SOB Internal Network for "GNSS CORSs Management System" 5) Mobile tele communication 3G or higher for "Permanent GNSS CORSs System"	before the commencement of the construction	SOB		
11	To take necessary measure for safety construction and installation such as escort for Japanese physical persons	during the Project	MOD/SOB		
12	Mobile SIM Card for "Permanent GNSS CORSs System", "Mobile GNSS CORSs System" and "Tide Gauge System"	during the Project	MOD/SOB ERD	76	



 19

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost (thousand BDT)	Ref.
1	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost (including the one for maintenance contract of "Permanent GNSS CORSs System", "Mobile GNSS CORSs System" and GNSS CORSs Management System" 2) Operation and maintenance structure Routine check/Periodic inspection/Annual license fee of necessary softwear for "GNSS CORSs Management System" after second year	After completion of the construction	MOD/SOB	1 st year: 3,642 /year 2 nd year or later: 26,433 /year	
2	To take responsible on the safety of the buildings "Permanent GNSS CORSs System" are installed on	After selecting them by JICA mission.	SOB		



2. Other obligations of the Government of Bangladesh funded with the Grant

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To provide the "Permanent GNSS CORSs System" and "Mobile GNSS CORSs System" which can receive the GPS, QZSS and other global navigation satellite including necessary equipment and software for expansion of "GNSS CORSs Management System" and and Tide Gauge System 1) To conduct the following transportation Marin (Air) transportation of the products from Japan to the country of the Recipient. Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	Nov.2020	
	2) To provide equipment with installation and commissioning -73 "Permanent GNSS CORSs System"with the protection against the thundering -Equipment of "Tide Guage system in Chattogram" -Equipment and software of "GNSS CORSs Management System" -2 "Mobile GNSS CORSs System"		
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
	Contingencies		
	Total		1,251

* The Amount is provisional. This is subject to the approval of the Government of Japan.



 27