

ネパール連邦民主共和国
国土管理・協同組合省測量局

ネパール国
数値標高モデル及びオルソ画像
整備計画
準備調査報告書
(先行公開版)

2020年3月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

朝日航洋株式会社
八千代エンジニアリング株式会社
株式会社パスコ

基盤
JR(P)
20-012

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ネパール連邦民主共和国の数値標高モデル及びオルソ画像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、同調査を朝日航洋株式会社、八千代エンジニアリング株式会社、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、令和元年8月から12月までネパール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。

2020年3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

ネパール連邦民主共和国（以下、「ネパール」という）の人口は2,649万人（2011年人口調査）で、2001年（前回調査年）から2011年の間に年率1.14%の人口増加がみられる。同国の面積は約14.7万km²と北海道の約1.8倍の広さで、国土の17%を占める本調査対象地域を含む南部のタライ地域にはネパールの総人口の約半分が居住している。

政治的には、1996年に共産党毛沢東主義派（マオイスト）が武装闘争を開始し政情不安が続いていたが、2006年に政府とマオイストの間で包括的和平合意が成立し、2008年4月には制憲議会選挙が実施された。同年5月に開催された第1回議会では、王制から「連邦民主共和制」へと移行することが宣言された。以降、新憲法制定に向けた取り組みが行われてきたが、政党間対立により起草作業は大幅に遅延していた。しかし2015年5月のネパール地震の後、今後の復興のためには憲法制定が重要であるとして主要政党による憲法制定に向けた動きが急速化し、同年9月に新憲法が公布された。同年10月11日立法議会における首相投票の結果、K.P.シャルマ・オリ・ネパール共産党（統一マルクス・レーニン主義派）:CPN-UML 委員長が新首相に選出され、翌12日に新政権が発足した。現在は中央集中型システムから分散型連邦政府システム実行への移行段階にある。

ネパールの経済概況は、GDP約288億USドル（2017/2018年度）、一人当たりGDP約1,004USドルで後発開発途上国（LLDC）に位置づけられる。主要な産業は農林業でGDPの約28.9%を占め、就労人口の約3分の2が農業に依存している。農林業以外では、貿易・卸売り業、交通・通信業などが主な産業となっている。

経済成長は安定的に推移しており、過去10年間のGDP成長率は、2015/2016年度は地震の影響で0.6%に落ち込んだものの、翌年度年以降は8.2%（2016/2017年度）6.7%（2017/2018年度）で地震前の平均約4.6%よりも高い値を示し、経済成長の兆しをみせている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

ネパールは洪水、地震、土砂災害などの自然災害多発国であるとともに、防災インフラの未整備状況などから住民が災害の影響を受けやすい災害脆弱国と指摘されている。過去の自然災害の特徴を見ると、被災者数では洪水が最も多く、発生頻度でも火災に次いで洪水が多い状況である。雨季には広範囲にわたり集中豪雨が発生しており、標高の低い南部平野地帯（総称：タライ地域）では雨季の慢性的な洪水被害が深刻である。2017年の豪雨の際は、タライ地域全域で大規模な洪水が発生し、死者・行方不明者数は合計で200人以上にのぼり、584百万USDの経済被害が生じている。

ネパール政府は防災行政の強化を図り、関連政策・計画を推し進めることを目的として2017年10月に災害管理法を制定し、2018年6月には同法に基づく災害リスク削減方針及び災害リスク削減戦略を策定している。同方針では気象予測精度の向上、洪水予警報システムの構築や洪水ハザードマップの整備を通じた災害リスクの低減を目的として掲げており、ネパール政府は気象レー

ダーの設置及び洪水早期予警報装置の設置を進めている。

洪水脆弱地域のタライ地域では、洪水被害の軽減や整備が進められている早期警報システムへの活用に必要な、正確な洪水ハザードマップが整備されていない。そのため、同ハザードマップの作成に必要な詳細な浸水域が特定できるような精度の高い数値標高モデルの導入が緊急の課題となっている。

かかる状況下、2019年にネパール国政府から我が国に対し、数値標高モデル及びオルソ画像整備計画に関する無償資金協力の要請がなされた。本プロジェクトの目標は、高精度の数値標高モデルを整備することにより、同地域の洪水対策に必要な計画の精度を向上させ、もって洪水被害の軽減に寄与するものである。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

ネパール政府の要請を受け、独立行政法人国際協力機構(Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」)は、ネパールの数値標高モデル及びオルソ画像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た。第一次現地調査時(2019年9月8日～10月6日)のスキューピングから第二次現地調査時(2019年12月1日～12月10日)の調査結果を踏まえ、ネパール国側との技術面、コスト面、維持管理能力等の様々な側面について協議を重ね、最適な計画が立案された。本プロジェクトの協力内容を下表に示す。

表1 プロジェクトの協力内容

項目	内容
調達機材等の内容	① 数値標高モデル一式(対象面積:約15,000km ² 、メッシュ間隔:1m) ② オルソ画像(対象面積:約15,000km ² 、GSD:15cm) ③ データ加工・閲覧用コンピューター ④ 同ソフトウェア ⑤ 空撮用ドローン
コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容	詳細設計、入札補助、調達監視/数値標高モデル維持管理能力の定着、数値標高モデル利用体制の強化

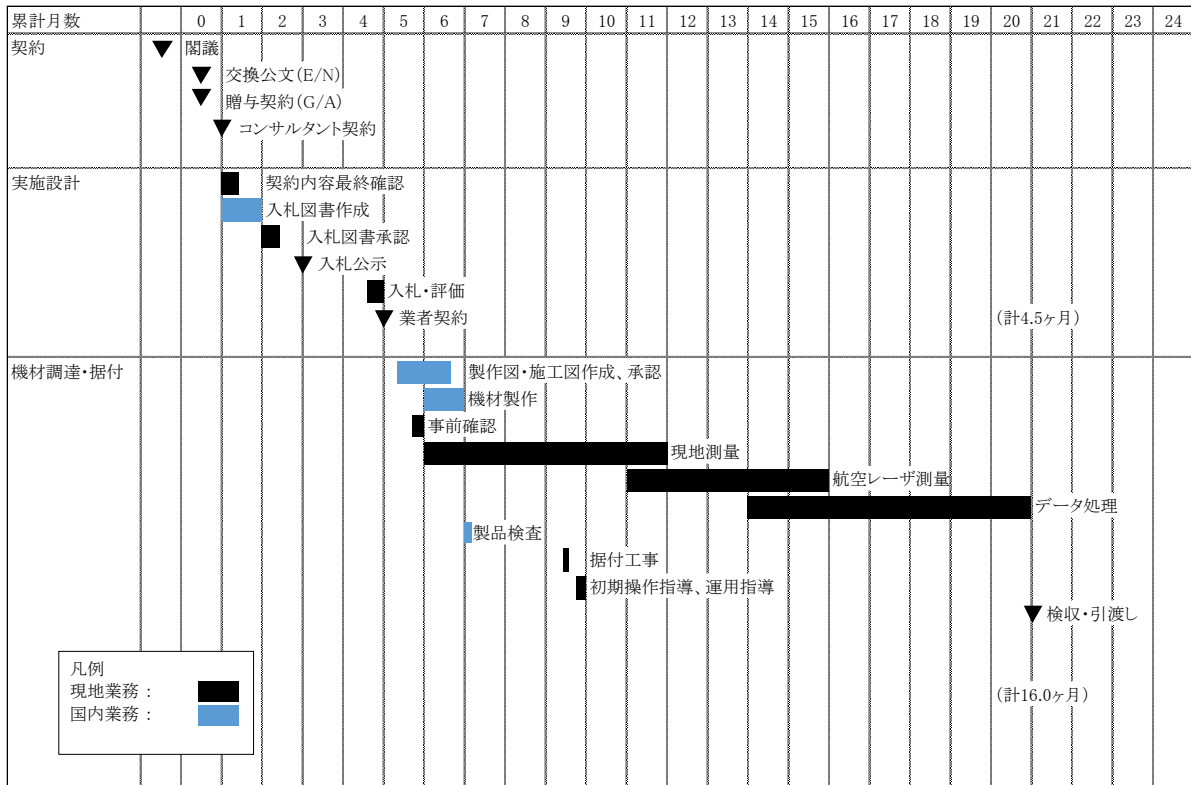
出典:調査団

4. プロジェクトの工期

我が国の無償資金協力ガイドラインに基づき作成した事業実施工程を下表に示す。本プロジェクトの所要工期は実施設計約4.5カ月、数値標高モデル/機材調達・据付完了約16カ月、全体で約20.5カ月となる。

概略事業費は施工・調達業者契約認証まで非公表

表 2 事業実施工程表



出典：調査団

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本プロジェクトは、ネパール国タライ地域において高精度な数値標高モデルを作成することにより、ハザードマップに代表される災害リスク管理、インフラ整備のための基礎データとなる新規大縮尺地形図の作成、既存地形図の更新に貢献する。よってタライ地域の住民が受益可能な経済成長の発展に寄与することが期待される。また、本プロジェクトは現在ネパールで計画されている同国全土を対象とした数値標高モデル作成7カ年計画の先駆けとして位置づけられ、同国の長期国土計画に資するものと期待できる。

(2) 有効性

本プロジェクトの実施により下表に示す効果の発現が期待される。基準値は本概略設計調査実施前の2018年とし、本プロジェクト完成3年後を目標値とする。

表 3 本プロジェクト実施により得られる定量的効果

指標名	基準値 (2018年実績値)	目標値 (2025年)
数値標高モデルのメッシュ間隔 (m) (又は、等高線の間隔 (m))	50 (10)	1 (0.5)
垂直誤差 (m)	5	0.25
大縮尺地図の作成面積 (km ²)	0	300
数値標高モデルデータ配布回数	0	15
オルソ画像データ配布回数	0	15

指標名	基準値（2018年実績値）	目標値（2025年）
ハザードマップの作成面積（km ² ）	0	500

出典：調査団

本プロジェクトの実施により発現が期待される定性的な効果は以下のとおり。

- 既存地形図データ更新が可能になる
 タライ地域については、1:5,000 地形図作成と並行して、1:25,000 地形図の更新も期待される。また、開発等に伴う改変の他、氾濫や土砂災害等では地形変化も伴うため、継続的な地形図データの更新が必要となるが、ドローンによる写真測量技術が習得されることから、タライ地域に限らず全国の既存地形図データの更新が可能になると期待される。
- 関係機関と住民の防災意識の向上
 本プロジェクトのソフトコンポーネントとして、利用想定機関の関係者 60 人程度を対象としたセミナーを開催するとともに、当該セミナー用の教材、パンフレット等の作成を行うこととしている。これらを通じて測量局から関係省庁、地方自治体、さらにそこから住民へと広報教育活動が広がり、防災意識が向上することが期待される。
- 洪水想定区域の特定精度の向上
 詳細な数値標高モデルを用いることにより、浸水シミュレーションや浸水域、浸水深の計算が可能になり、これを反映したハザードマップの精度向上と、適切な避難計画の策定が期待される。
- 堤防強化地点や洪水調整池などの洪水対策候補地の絞り込みが可能になる
 河川増水時の流量シミュレーションと堤防高等の詳細地形から破堤危険箇所特定や、対策作業の優先順位付け、洪水調整池等の候補地選定等、防災対策への活用が期待される。
- インフラ開発計画（道路、鉄道、灌漑など）に利用される
 詳細数値標高モデルや、オルソ画像、さらに作成が期待される 1:5,000 地形図等のデータは、インフラ開発計画策定・実施に不可欠な情報であり、これらの提供により、タライ地域のインフラ整備が促進されることが期待される。

目次

序文

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

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 数値標高モデルの整備・活用	1-1
1-1-2 プロジェクト対象地域における洪水対策の現状・課題.....	1-8
1-1-3 地理空間情報の公開・流通	1-17
1-1-4 開発計画	1-21
1-1-5 社会経済状況	1-22
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-23
1-3 我が国の援助動向	1-24
1-3-1 地理空間情報整備に対する我が国の援助動向.....	1-24
1-3-2 洪水など防災に対する我が国の援助動向	1-25
1-4 他ドナーの援助動向	1-27
1-4-1 数値標高モデル作成に関するドナーからの支援.....	1-27
1-4-2 洪水対策に係るドナーからの支援	1-27
1-5 当該セクターの実施中のプロジェクト.....	1-28
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	2-2
2-1-3 技術水準	2-2
2-1-4 既存施設・機材	2-4
2-1-5 関連組織・機関による数値標高モデル利活用体制.....	2-5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-10
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-10
2-2-2 自然条件	2-12
2-2-3 環境社会配慮	2-13
2-3 当該国における無償資金協力実施上の留意点.....	2-13
2-4 その他（グローバルイシュー等）	2-13
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	3-6
3-2-3	概略設計図	3-20
3-2-4	調達計画	3-22
3-2-4-1	調達方針	3-22
3-2-4-2	調達上の留意事項	3-24
3-2-4-3	調達・据付区分	3-25
3-2-4-4	調達監理計画	3-27
3-2-4-5	品質管理計画	3-28
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-31
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-32
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-33
3-2-4-9	実施工程	3-38
3-2-5	安全対策計画	3-38
3-3	相手国側分担事業の概要	3-39
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-42
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-43
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-43
3-5-2	運営・維持管理費	3-44
3-6	数値標高モデルの利用計画	3-46
3-6-1	数値標高モデルの利用計画（ハザードマップ以外）	3-46
3-6-2	洪水対策への数値標高モデルの利用	3-48
3-7	数値標高モデルの著作権・公開計画	3-49
3-8	数値標高モデルを利用した洪水対策のための新たな協力の提案	3-51
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	4-1
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	4-2
[資料]		
1	調査団員・氏名	A1-1
2	調査行程	A2-1
3	関係者（面会者）リスト	A3-1
4	協議議事録（M/D）	A4-1
5	ソフトコンポーネント計画書	A5-1
6	参考資料	A6-1
7	その他の資料・情報	A7-1

位置図

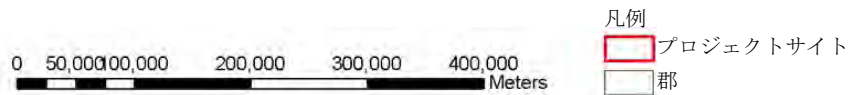


プロジェクト面積 約 15,000km²

第1州：ジャパ郡、モラン郡、スンサリ郡

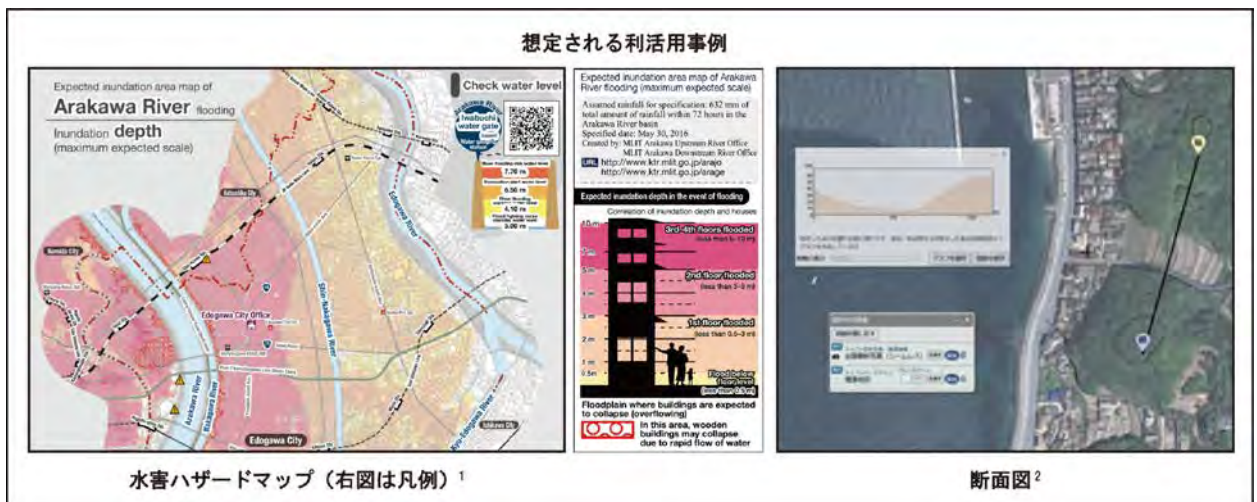
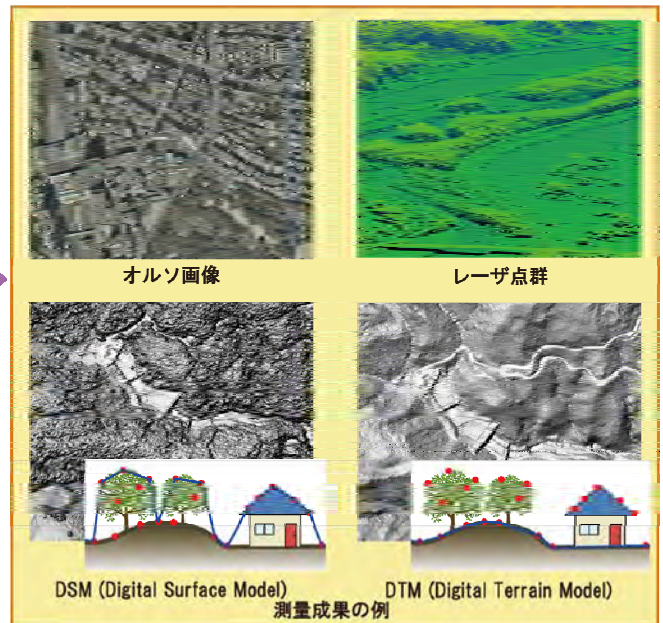
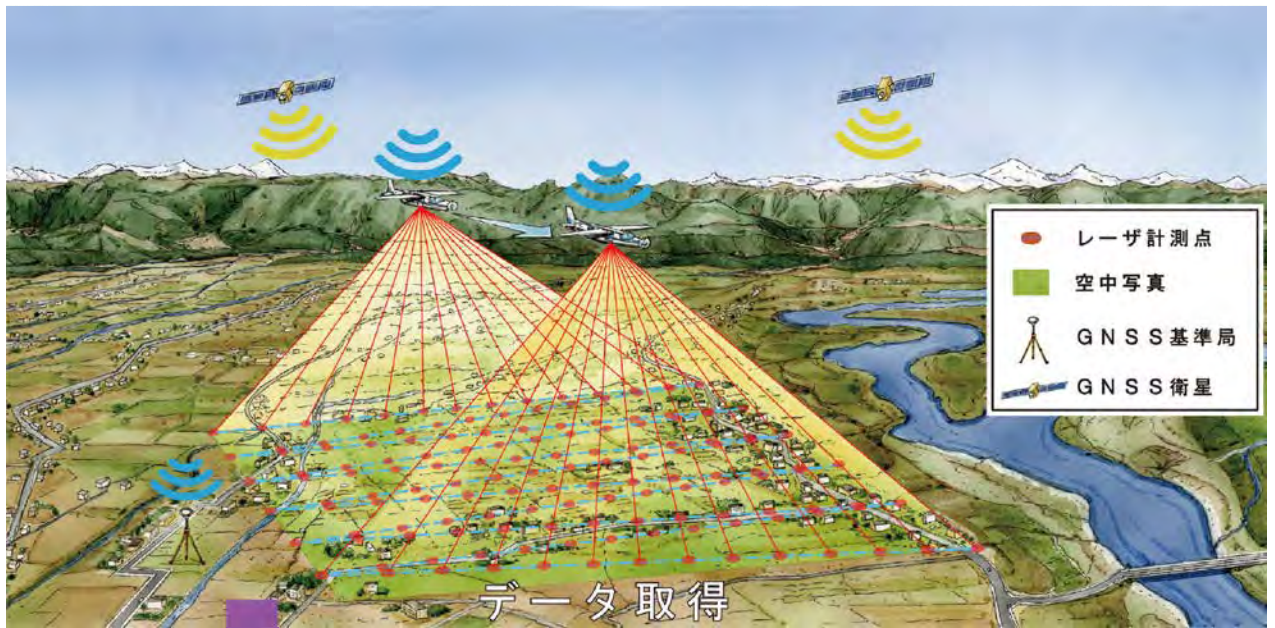
第2州：サブタリ郡、シラハ郡、ダヌーシャ郡、マハッターリ郡、サルラヒ郡、ラウタハト郡、バラ郡、パルサ郡

第3州：チトワン郡



出典：国土管理・協同組合省測量局のデータに基づき JICA 調査団作成

完成予想図



¹ 出典：東京都江戸川区水害ハザードマップ：https://www.city.edogawa.tokyo.jp/e007/bosai/zen/bosai/kenrenmap/n_hazardmap.html
² 出典：国土地理院

写 真



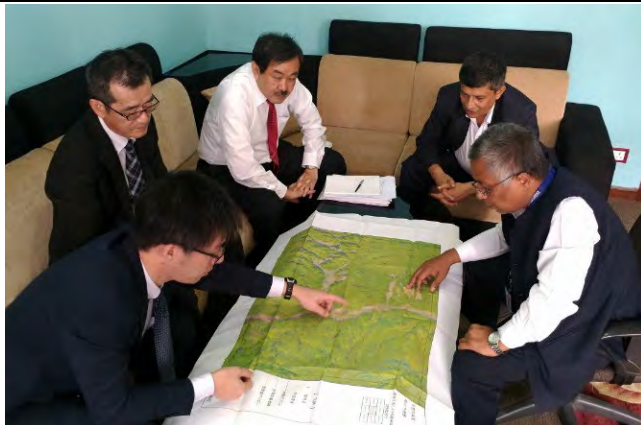
測量局本局

測量局本局はカトマンズ市東部に位置している。



測量局地図販売所

測量局本局建屋と同じ敷地に所在する地図販売所。



第一次現地調査 MD 協議の様子 (2019/09/12)

調査団は、日本で作成した主題図を用いてカウンターパート（測量局）に本プロジェクトで調達する数値標高モデルの仕様などについて確認を行った。



第一次現地調査 MD 署名の様子 (2019/09/12)

調査団の総括と測量局の局長がMDに署名を実施している様子。



**バグマティ川管理事務所ヒアリングの様子
(2019/09/15)**

調査団は、バグマティ川管理事務所を訪問し、職員に対し、活動状況などについてヒアリングを行った。



**タライ地域河川橋脚崩落の状況
(2019/09/16)**

調査団は、タライ地域を踏査し、河川の橋脚が崩落している状況について確認した。



**第一次現地調査（測量局バラ支部訪問）
（2019/09/24）**

測量局で入手した点の記に記載されている基準点についてヒアリングを行っている様子。



**第一次現地調査（基準点調査）
（2019/09/24）**

ネパールテレコム建屋の屋上に設置されている基準点の現況確認を行った。



**第一次現地調査（水準点調査）
（2019/09/25）**

チャンディ橋のたもとに設置されている水準点の現況確認を行っている様子。



**第一次現地調査（基準点調査）
（2019/09/26）**

ジャナクプル空港敷地内に設置されている基準点の現況を確認した。



**第一次現地調査（ジャナクプル空港）
（2019/09/26）**

空港管理事務所のシニアオフィサーへ空港設備についてヒアリングを行っている様子。



**第一次現地調査（ジャナクプル空港）
（2019/09/26）**

空港設備の現況を確認した。



第二次現地調査（タライ平原）
(2019/12/1)

ナラヤニ付近の河川状況。



第二次現地調査（タライ平原）
(2019/12/1)

ナラヤニ付近の河川状況。



第二次現地調査（タライ平原）
(2019/12/1)

ナラヤニ付近の河川状況。



第二次現地調査（タライ平原）
(2019/12/1)

ナラヤニ付近の河川状況。



第二次現地調査 MD 署名の様子
(2019/12/6)



第二次現地調査 MD 署名の様子
(2019/12/6)

表リスト

表 1-1	ネパールにおける数値標高モデルの整備状況.....	1-5
表 1-2	ネパールにおける数値標高モデルの利用状況.....	1-6
表 1-3	ネパールで利用された数値標高モデルの仕様等.....	1-6
表 1-4	主な数値標高モデルの需要.....	1-8
表 1-5	ネパール政府が自国予算によって実施したハザードマップのプロジェクト.....	1-15
表 1-6	優先分野 1 で定められた活動内容.....	1-16
表 1-7	デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069.....	1-17
表 1-8	測量局が有償で提供する主な地理空間情報.....	1-19
表 1-9	鉱山地質局が公開・提供する地理空間情報.....	1-20
表 1-10	森林研究訓練センターが公開・提供する地理空間情報.....	1-20
表 1-11	第 15 次国家開発計画の概要.....	1-21
表 1-12	プロジェクトの協力内容.....	1-24
表 1-13	類似案件の概要及び教訓.....	1-24
表 1-14	洪水対策、砂防などの防災に対する日本の類似案件.....	1-25
表 1-15	洪水対策に関するドナーからの支援.....	1-27
表 1-16	トライ地域西側プロジェクト作成データ仕様.....	1-29
表 2-1	測量局財務状況（過去 5 年）.....	2-2
表 2-2	回転楕円体のパラメータ.....	2-3
表 2-3	WGS84 から MUTM への変換パラメータ.....	2-4
表 2-4	洪水対策の実施体制と数値標高モデルの必要性.....	2-5
表 2-5	洪水対策以外の組織による数値標高モデルに必要な仕様と活用への期待.....	2-7
表 3-1	本プロジェクトの概要.....	3-1
表 3-2	対象地域における月別平均日照時間.....	3-4
表 3-3	ネパールの測量基準.....	3-7
表 3-4	数値標高モデル作成仕様.....	3-7
表 3-5	航空測量用航空機の仕様の例.....	3-12
表 3-6	航空レーザ計測機材の仕様の例.....	3-13
表 3-7	日本における航空レーザ計測作業時の航空機運航基準の例.....	3-15
表 3-8	数値標高モデル及び付随する成果品.....	3-19
表 3-9	本プロジェクト適用規格一覧表.....	3-19
表 3-10	機材構成及び用途.....	3-20
表 3-11	概略設計図リスト.....	3-20
表 3-12	負担事項区分.....	3-25
表 3-13	コンサルタントの調達管理要員.....	3-27
表 3-14	各工程で作成する精度管理表等の書類と対応する準則の条項.....	3-29
表 3-15	数値標高モデルの品質管理における担当区分及び実施時期.....	3-30
表 3-16	調達機材の品質管理における担当区分及び実施時期.....	3-30
表 3-17	機材原産国一覧.....	3-31

表 3-18	技術指導実施項目	3-32
表 3-19	ソフトコンポーネント活動計画(成果 1 : 数値標高モデル維持管理)	3-34
表 3-20	ソフトコンポーネント活動計画 (成果 2 : 数値標高モデル利活用促進)	3-35
表 3-21	事業実施工程表.....	3-38
表 3-22	本プロジェクトに関連する税金	3-40
表 3-23	財務省負担事項に係る費用.....	3-43
表 3-24	測量局負担事項に係る費用.....	3-44
表 3-25	本プロジェクト実施後の運営・維持管理費 (増加分)	3-45
表 3-26	本プロジェクトにおける機材の更新時期.....	3-45
表 3-27	各組織における数値標高モデルの利用.....	3-46
表 3-28	洪水対策に関する各組織における数値標高モデルの利用.....	3-48
表 3-29	ハザードマップの利用による洪水対策活動.....	3-49
表 3-30	新たな協力の提案.....	3-51
表 4-1	本プロジェクト実施により得られる定量的効果.....	4-2

図リスト

図 1-1	測量局の整備した地形図整備範囲.....	1-2
図 1-2	DMG の整備した 1:50,000 地質図のインデックス図.....	1-3
図 1-3	FRTC の整備した森林被覆図.....	1-3
図 1-4	コシ川流域の情報システム.....	1-4
図 1-5	1:25,000 地形図よりデジタル化された等高線データの例.....	1-5
図 1-6	2016 年 9 月バグマティ川の洪水で冠水.....	1-9
図 1-7	2017 年 8 月タライ地域水害の新聞記事.....	1-9
図 1-8	コシ川の河床上昇の状況.....	1-10
図 1-9	道路盛土決壊の状況.....	1-11
図 1-10	ラカンディ川に設置された鉄線籠の水制.....	1-11
図 1-11	洪水予警報の伝達ルート.....	1-13
図 1-12	ネパールの過去 10 年間の GDP と GDP 成長率.....	1-23
図 2-1	測量局組織及び人員配置図.....	2-1
図 2-2	測量局の部署別予算割合（過去 5 年）.....	2-2
図 2-3	ネパール道路網図.....	2-11
図 2-4	計測対象範囲内の空港.....	2-11
図 2-5	タライ地域（シマラ、ジャナクプル、ビラトナガル）の月別最高・最低気温 （過去 10 年）.....	2-12
図 2-6	タライ地域（シマラ、ジャナクプル、ビラトナガル）の月別平均降水量・日照時間 （過去 10 年）.....	2-12
図 3-1	本プロジェクトの設計概要図.....	3-3
図 3-2	航空レーザ測量の計測概念図.....	3-6
図 3-3	プロジェクトサイト（赤枠が数値標高モデル作成範囲）.....	3-9
図 3-4	数値標高モデルの作成フロー.....	3-10
図 3-5	GNSS 基準局・調整用基準点配点計画図.....	3-11
図 3-6	楕円体高、ジオイド高、標高の関係.....	3-12
図 3-7	航空レーザ計測機材搭載固定翼機（セスナキャラバン 208）.....	3-13
図 3-8	レーザ測距装置（ALTM Orion M300）及びデジタルカメラ （Phase One IXU-RS-1000）の例.....	3-14
図 3-9	プロジェクトサイト内空港位置.....	3-14
図 3-10	三次元計測データの例.....	3-16
図 3-11	フィルタリング概念図.....	3-16
図 3-12	フィルタリング後の断面図.....	3-17
図 3-13	ランダムデータから格子状データへの変換方法.....	3-17
図 3-14	DTM と DSM の対比図（左：DTM、右：DSM）.....	3-17
図 3-15	DTM と等高線の対比図.....	3-18
図 3-16	空中写真の正射変換処理例.....	3-18
図 3-17	プロジェクトサイト位置図（図面番号 G-01）.....	3-21

図 3-18	飛行計画・基準点配点図（図面番号 FP-01）	3-21
図 3-19	数値標高モデル作成の実施体制	3-23
図 3-20	事業実施関係図	3-24
図 3-21	精度管理・点検を行う工程（※番号は図 3-4 と同一）	3-28
図 3-22	機材輸送計画	3-32
図 3-23	測量機材輸送計画	3-32
図 3-24	日章旗ステッカー	3-51

略語表

略語	正式名称	日本語
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AGB	Above Ground Biomass	地上バイオマス量
B/A	Banking Arrangement	銀行取り極め
B/L	Bill of Lading	船荷証券
CHM	Canopy Height Model	樹冠高さモデル
C/P	Counterpart	現地で受け入れを担当する機関
CPU	Central Processing Unit	中央処理装置
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DHM	Department of Hydrology and Meteorology	水文気象局
DMD	Disaster Management Division	災害管理部
DMG	Department of Mines and Geology	鉱山地質局
DOR	Department of Road	道路局
DPTC	Water Induced Disaster Prevention Technical Centre	治水砂防技術センター
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル
DTM	Digital Terrain Model	数値地形モデル
DTU-Space	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Rumforskning og -teknologi	デンマーク工科大学国立宇宙センター
DWIDM	Department of Water Induced Disaster Management	旧水関連災害管理局
DWRI	Department of Water Resource & Irrigations	水資源・灌漑局
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EIAJ	Electronic Industries Association of Japan	社団法人日本電子機械工業会
E/N	Exchange of Note	交換公文
ENTMP	Eastern Nepal Topographic Mapping Project	ネパール東部地形図プロジェクト
EWS	Emergency Warning System	予報警報システム
FDS	Flight Data Storage	飛行データ保管報告
FRTC	Forest Research and Training Centre	森林研究訓練センター
FS	Feasibility Study	実行可能性調査
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIID	Geographical Information Infrastructure Division	地理情報基盤部
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNP	Gross National Product	国民総生産

略語	正式名称	日本語
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球測位衛星システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GSD	Ground Sample Distance	地上画素寸法
ICIMOD	International Centre for Integrated Mountain Development	国際総合山岳開発センター
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IRD	Inland Revenue Department	地方税務署
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IT	Information Technology	情報技術
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置
IWM	Institute of Water Modeling	水資源モデル研究所
JCS	Japanese Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JEAC	Japan Electric Association Code	電気技術規程
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気学会 電気規格調査会
JEM	Japan Electrical Manufacturers'	社団法人 日本電気工業会規格
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
JPY	Japanese Yen	日本円 (通貨)
LLDC	Least Developed Country	後発開発途上国
MCA-Nepal	Millennium Challenge Account Nepal	ミレニアム・チャレンジ・アカウント・ネパール
MCC	Millennium Challenge Corporaion	米国ミレニアム・チャレンジ公社
MD	Minutes of Discussion	討議議事録
MEWRI	Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation	エネルギー・水資源・灌漑省
MHA	Ministry of Home Affairs	内務省
MLMCPA	Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation	国土管理・協同組合省
M/M	Man Month	人月
MoFE	Ministry of Forests and Environment	森林環境省
MoICS	Ministry of Industry, Commerce and Supplies	商工供給省
MoPIT	Ministry of Physical Infrastructure and Transport	インフラ交通省
MP	Master Plan	国全体または特定地域での総合開発計画やセクター別の長期開発計画
NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NEA	Nepal Electricity Authority	ネパール電力公社

略語	正式名称	日本語
NDCL	Nepal Doorsanchar Company Limited	ネパールテレコム
NDRRMA	National Disaster Risk Reduction and Management Authority	国家防災対策庁
NEOC	National Emergency Operation Center	国家災害緊急対応センター
NGIIP	National Geographical Information Infrastructure Program	国家地理情報基盤プログラム
NGA	National Geospatial-Intelligence Agency	米国国家地理空間情報局
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NPC	National Planning Commission	国家計画委員会
NPR	Nepalese Rupee	ネパールルピー（通貨）
NSDI	National Spatial Data Infrastructure	国家地理空間データ基盤
OJT	On-the-Job Training	現任訓練
PC	Personal Computer	パーソナルコンピューター
PDOP	Position Dilution of Precision	位置精度低下率
PIP	Priority Investment Plan	長期計画
PSP	Permanent Sample Plot	森林モニタリングのための固定区画
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SMS	Short Message Service	ショートメッセージサービス
TIN	Triangulated Irregular Network	不規則三角網
TV	Television	テレビ
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国際連合環境計画
USD	United States Dollar	米国ドル（通貨）
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所
UTM	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル
UV	Ultra-violet ray	紫外線
WB	World Bank	世界銀行
WECS	Water and Energy Commission Secretariat	水資源・エネルギー委員会
WIDMD	Water Induced Disaster Management Division	水害管理部
WNTMP	Western Nepal Topographic Mapping Project	ネパール西部地形図プロジェクト
VAT	Value Added Tax	付加価値税

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

ネパール連邦民主共和国（以下、「ネパール」という）は洪水、地震、土砂災害などの自然災害多発国であるとともに、防災インフラの未整備状況などから住民が災害の影響を受けやすい災害脆弱国と指摘されている。過去の自然災害の特徴を見ると、被災者数では洪水が最も多く、発生頻度でも火災に次いで洪水が多い状況である。雨季には広範囲にわたり集中豪雨が発生しており、標高の低い南部平野地帯（総称：タライ地域）では雨季の慢性的な洪水被害が深刻である。2017年の豪雨の際は、タライ地域全域で大規模な洪水が発生し、死者・行方不明者数は合計で200人以上にのぼり、584百万USDの経済被害が生じている¹。

ネパール政府は防災行政の強化を図り、関連政策・計画を推し進めることを目的として2017年10月に災害管理法を制定し、2018年6月には同法に基づく災害リスク削減方針及び災害リスク削減戦略を策定している。同方針では気象予測精度の向上、洪水予警報システムの構築や洪水ハザードマップの整備を通じた災害リスクの低減を目的として掲げており、ネパール政府は気象レーダーの設置及び洪水早期予警報装置の設置を進めている。

洪水脆弱地域のタライ地域では、洪水被害の軽減や整備が進められている早期警報システムへの活用に必要な、正確な洪水ハザードマップが整備されていない。そのため、同ハザードマップの作成に必要な詳細な浸水域が特定できるような精度の高い数値標高モデルの導入が緊急の課題となっている。

数値標高モデルは洪水対策やインフラ整備計画など多方面に必要な地理空間情報であり、第1-1-1項では、ネパールにおける数値標高モデルの整備・利用状況の現状について整理する。続いて第1-1-2項において数値標高モデルの活用が最も期待される洪水対策について、その現状・課題について整理し、タライ地域における数値標高モデル整備の緊急性・重要性の背景を説明する。さらに第1-1-3項では、ネパールにおける地理空間情報の公開状況・流通状況の現状を整理し、数値標高モデルの活用促進を実現する上での課題を明らかにする。

1-1-1 数値標高モデルの整備・活用

本項では、第(1)項で測量局をはじめとするネパールの主要な機関における地理空間情報の整備・活用状況を整理し、次に第(2)項で特に数値標高モデルの整備・活用状況をまとめ、第(3)項で利用機関へのヒアリングから明らかになった数値標高モデルの潜在的な需要を整理する。

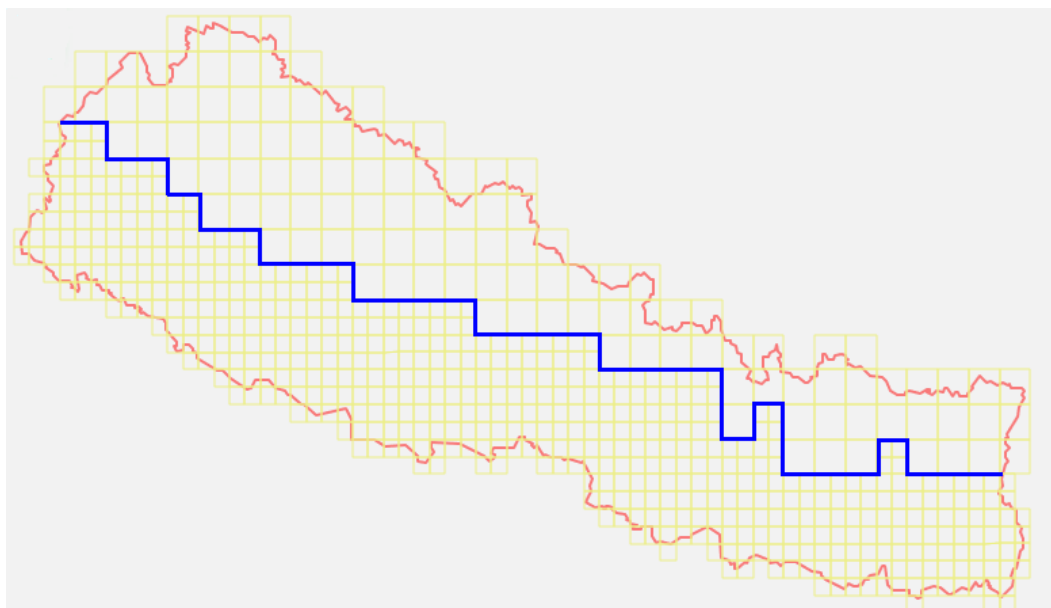
(1) 地理空間情報の整備・活用状況

ネパールでは、各政府機関の役割に応じてさまざまな地理空間情報を整備している。また、ネパールに所在する国際研究機関においても地理空間情報の整備が行われている。主な機関における整備活用状況について以下に示す。

¹ 国家計画委員会（2018）、Post Flood Recovery Needs Assessment 2017 : https://www.npc.gov.np/images/category/PFRNA_Report_Final.pdf

1) 国土管理・協同組合省測量局 (Survey Department, Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation)

過去に海外のドナー機関などの支援により 1:25,000 及び 1:50,000 地形図や 1:50,000 の土地利用図などを作成している。これらの地形図はベクトル形式でデジタルデータ化されている。図 1-1 に測量局の整備した地形図の整備範囲を示す。青線より南側が縮尺 1:25,000 地形図、北側が 1:50,000 地形図の整備された範囲となる。



出典：調査団作成

図 1-1 測量局の整備した地形図整備範囲

近年では、中国から地上画素寸法 (Ground Sample Distance: GSD) がモノクロ 2.1m、マルチ 5.8m の地球観測衛星 ZIYUAN3 の単画像を無償供与されている。これらの画像などを用いて、平坦なタライ地域の 1:25,000 デジタル地形図の更新を測量局職員が自ら実施している。2019 年には約 40 名の職員により約 200 面の地形図が更新されている。ただし、更新された地形図は内部利用であり発行はされていない。

2) 水文気象局 (Department of Hydrology and Meteorology: DHM)

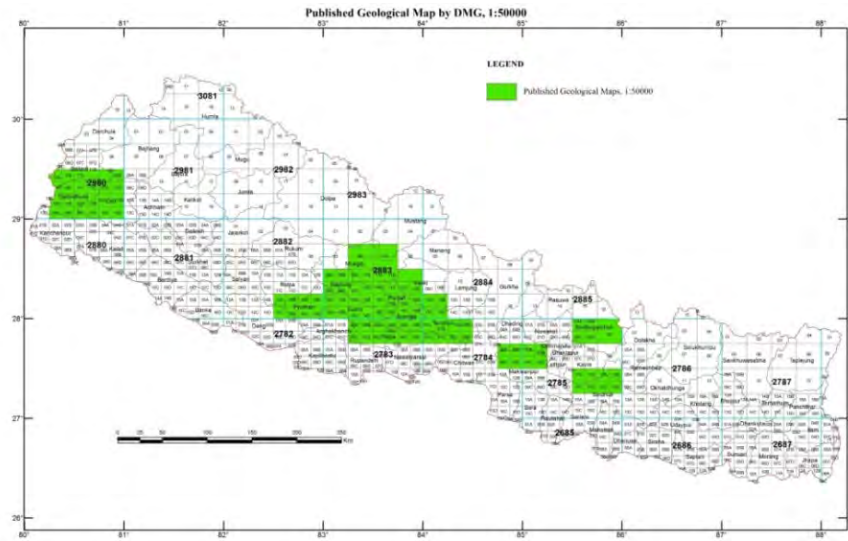
DHM では、ネパール国内各地点に設置された観測機器で収集した水文・気象データを地図上に表示し、Web サイトを通じてリアルタイムに提供している。背景の地図は、出所明記すれば自由に利用することができる Open Street Map を使用している。流域単位で洪水のレベル (警戒、危険、50 年に一度、100 年に一度など) を予測する Web 上の地図システムも整備されている。

また、これまでに数値標高モデルを活用して洪水ハザードマップを作成しているが、それらは一般公開するのではなく、洪水の予警報のための資料として活用している。

3) 鉱山地質局 (Department of Mines and Geology: DMG)

DMG では、1:50,000 の地質図 (Geological Map) や地すべりハザードマップ (Landslide Hazard Map)、そのほかネパール全域の小縮尺地質図を作成している。また、タライ地域を含むいくつか

の地域について 1:10,000 などの工学・環境地質図 (Engineering and Environmental Geological Map) を作成している。

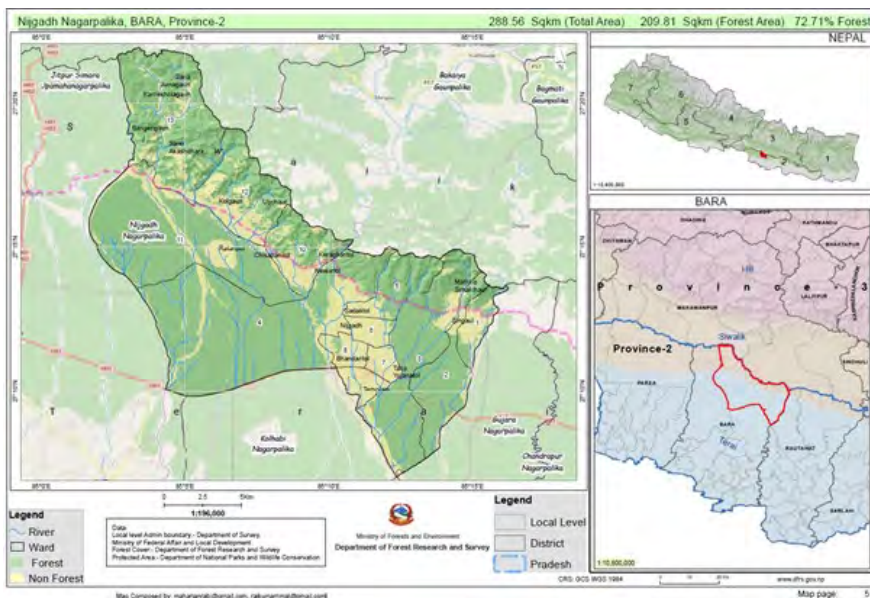


出典 : DMG web サイト

図 1-2 DMG の整備した 1:50,000 地質図のインデックス図

4) 森林研究訓練センター (Forest Research and Training Centre: FRTC)

森林環境省 (Ministry of Forests and Environment) に属する FRTC は、基礎自治体レベルの森林被覆図の作成や森林資源のデータベース化を行っている。図 1-3 に FRTC の整備した森林被覆図の一例を示す。



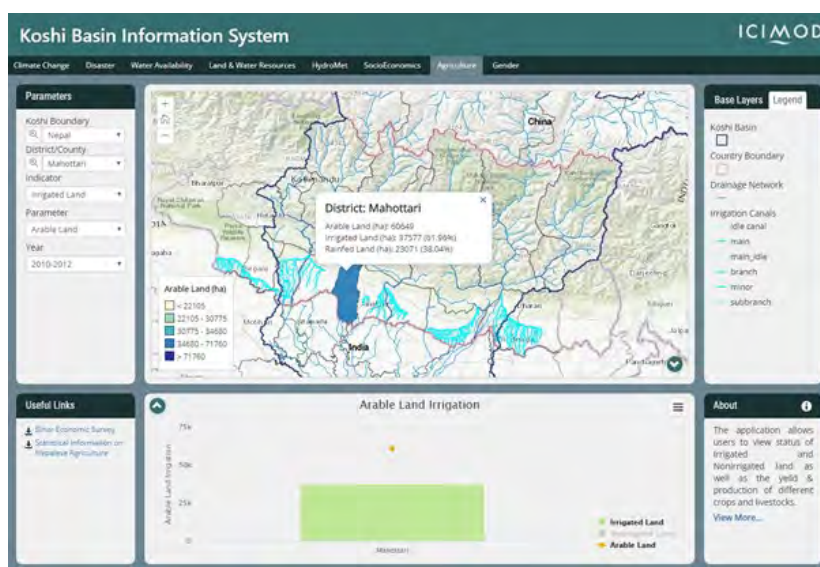
出典 : FRTC web サイト

図 1-3 FRTC の整備した森林被覆図

5) 国際総合山岳開発センター (International Center for Integrated Mountain Development: ICIMOD)

ICIMOD はヒンドゥークシュ・ヒマラヤ地域の 8 カ国²が加盟する地域国際研究機関であり、ネパールのカトマンズに所在している。同センターは、グローバル化や気候変動について、山岳民が理解し適応できるよう支援し、地域の上流・下流の問題に取り組みつつ新たな活動機会を作り出すことを目指している。

また、ICIMOD は欧米諸国のドナーや国連関係機関、国際研究機関と連携し、「大気」「河川流域と氷圏」など、設定したテーマに基づき、複数国にまたがる地理空間情報に加え、国別のデータセットや流域別のデータセット等を作成している。また、さまざまな地域の地理空間情報のメタデータを蓄積している。例えばネパールに関係する流域のデータとしては、コシ川流域やラプティ川の洪水管理に関する情報を整備している。図 1-4 に ICIMOD が作成したコシ川流域の情報システムと灌漑の整備状況を示す。



出典：ICIMOD web サイト

図 1-4 コシ川流域の情報システム

(2) 数値標高モデルの整備活用状況

1) 整備状況

測量局はネパールにおける地理空間情報整備の一環として 1:25,000 地形図及び 1:50,000 地形図からデジタル化した等高線及び標高点データを整備している。また、その他政府関係機関はそれぞれの目的に応じて数値標高モデルを作成している。表 1-1 に各機関の作成した数値標高モデルについて示す。なお、数値標高モデルは、狭義では格子状に配置された点の標高からなるデジタルデータであるが、本表では等高線や標高点のデジタルデータも含むこととする。

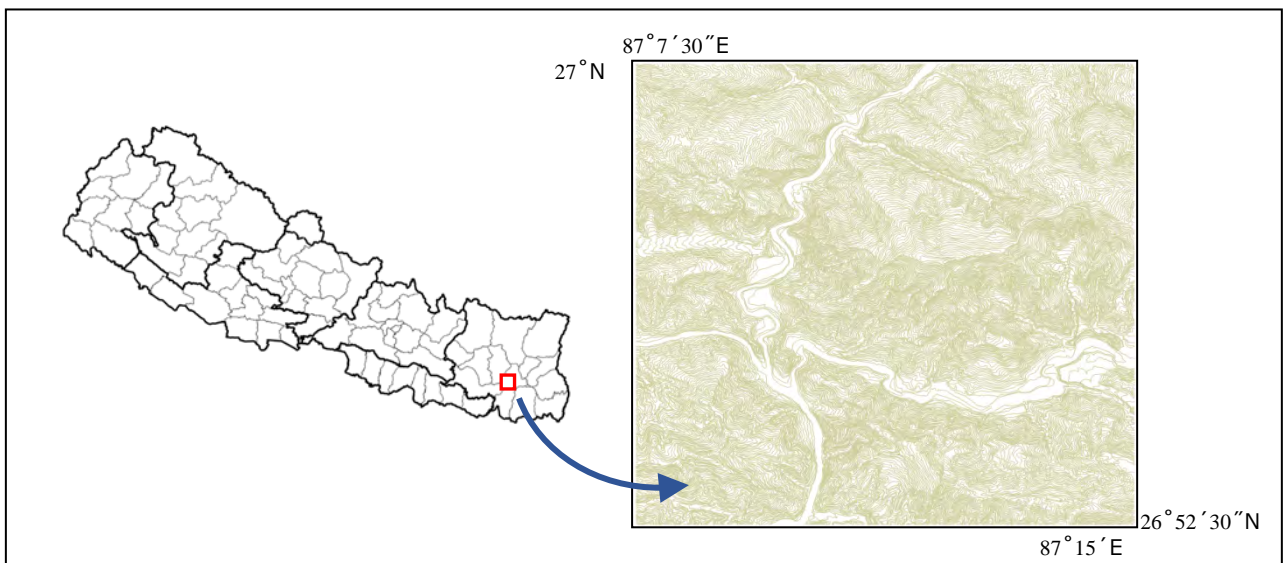
² アフガニスタン、バングラデシュ、ブータン、中国、インド、ミャンマー、ネパール、パキスタンの 8 カ国を指す。

表 1-1 ネパールにおける数値標高モデルの整備状況

整備機関	整備された数値標高モデル	備考
測量局	1:25,000 地形図及び 1:50,000 地形図からデジタル化した等高線及び標高点	・ 価格は1図葉あたり 240NPR ・ 格子状に配置された標高値ではない。
旧水関連災害管理局 (Department of Water Induced Disaster Management : DWIDM)	インドの地球観測衛星 Cartosat-1号のステレオペア (GSD 2.5m) から 25 河川流域について整備	アジア 開発 銀行 (Asian Development Bank : ADB) の支援による。
水文気象局 (Department of Hydrology and Meteorology : DHM)	フランスの地球観測衛星 Pleiades のステレオペア (GSD 50cm) からコシ川の一部流域について整備	世界銀行 (world Bank : WB) の支援による。
FRTC	森林の地上部分のバイオマス把握のため一部地域で航空レーザ測量により整備	フィンランドの支援による。
民間企業	米国 DigitalGlobe 社の衛星 (GSD 30cm) や Pleiades の衛星画像から標高精度 2m のデータを整備	ネパール電力公社 (Nepal Electricity Authority : NEA) などからの委託による。

出典：調査団

図 1-5 に測量局より入手した 1:25,000 地形図デジタル等高線の例を示す。左図の赤枠は図葉の位置を示す。



出典：調査団

図 1-5 1:25,000 地形図よりデジタル化された等高線データの例

プロジェクトベースでは、DWIDM が ADB の支援をうけて、インドの地球観測衛星 Cartosat-1号のステレオペア (GSD 2.5m) から 25 河川流域の数値標高モデルを作成している。また、DHM では、WB の支援によりコシ川の一部流域についてフランスの地球観測衛星 Pleiades のステレオペア (地上解像度 50cm) により数値標高モデルを整備している。FRTC は、フィンランドの支援により森林の地上部分のバイオマスの把握のため一部地域で航空レーザ測量による数値標高モデルを作成した例がある。

また、ネパール民間企業はネパール電力公社等からの依頼で、米国 DigitalGlobe 社 (GSD 30cm)

や Pleiades の衛星画像から標高精度 2m の数値標高モデルを作成した例などがある。もちろん AW3D³などの全世界をカバーする衛星データから作成された数値標高モデルも利用可能である。

このように、ネパール国内で誰でも利用できる標高データは、測量局が提供している等高線・標高点データを除けば、広域をカバーするが精度の低いデータか、高精度であるが局所的にしか作成されていないデータしか存在していない。

2) 利用状況

政府機関及び政府機関から委託を受けた民間企業は、衛星画像から作成された数値標高モデルや、測量局のデジタル等高線及び標高点データを格子状に変換した数値標高モデルなどをさまざまな目的に活用している。表 1-2 にその例を示す。また表 1-3 に数値標高モデルの仕様、整備範囲、入手可能性を示す。

表 1-2 ネパールにおける数値標高モデルの利用状況

数値標高モデルの種類*	利用機関	利用目的
SRTM (30m)	トリブバン大学、ICIMOD	土壌浸食、洪水氾濫計算、氷河の移動
WORLDDDEM (12m)	トリブバン大学	土壌浸食
MERIT DEM (90m)	ICIMOD	土壌浸食、洪水氾濫計算、氷河の移動
AW3D (5m)	ICIMOD	洪水氾濫計算、氷河の移動
Cartosat-1 号ステレオ画像から作成した数値標高モデル (5m)	旧水害管理局	ハザードマップ作成、氾濫域マップ作成、洪水リスク分析
測量局デジタル等高線及び標高点データ	トリブバン大学、国家計画委員会 (National Planning Commission : NPC)	土壌浸食、道路計画のフィージビリティ調査
航空レーザ測量による数値標高モデル	森林研究訓練センター、電力公社、水資源灌漑局	ハザードマップ作成、森林バイオマス (地上部分) の計測、送電線敷設計画、灌漑計画

* : () 内の数字は数値標高モデルの格子間隔を示す

出典 : 利用機関のヒアリング結果より調査団作成

表 1-3 ネパールで利用された数値標高モデルの仕様等

数値標高モデルの種類*	仕様	整備範囲	入手法・その他
SRTM (30m)	<ul style="list-style-type: none"> 経度差、緯度差とも 1 秒のメッシュの標高 平面位置は WGS84、高さは EGM96⁴に基づく 高さ精度は 90%誤差でユーラシア大陸の場合 6.6 m (平均 2 乗誤差で約 4m に相当) 	<ul style="list-style-type: none"> 北緯 60 度から南緯 56 度の全陸域。したがって、ネパール全土をカバー NASA のスペースシャトルミッションにより整備 	<ul style="list-style-type: none"> NASA や USGS の Web サイト⁵より誰でもダウンロード可能 原データには void と呼ばれるデータのないメッシュが含まれており、それを他のデータで補填したものなどいくつかのバージョンが

³ AW3D : <https://www.aw3d.jp/en/>

⁴ EGM96、EGM2008 : <https://earth-info.nga.mil/GandG/update/index.php?action=home>

⁵ NASA web サイト : <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>

USGS web サイト :

https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-non?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

数値標高モデルの種類*	仕様	整備範囲	入手法・その他
			ある
WORLDDDEM (12m)	<ul style="list-style-type: none"> 経度差、緯度差とも 0.4 秒のメッシュの標高 平面位置は WGS84、高さは EGM2008 に基づく 高さ精度は 90%誤差で 4m 	<ul style="list-style-type: none"> 全陸域をカバー TerraSAR-X と TanDEM-X の SAR 干渉処理により整備 	AIRBUS 社 ⁶ より有償配布
MERIT DEM (90m)	<ul style="list-style-type: none"> 経度差、緯度差とも 3 秒のメッシュの標高 平面位置は WGS84、高さは EGM96 に基づく 	<ul style="list-style-type: none"> 北緯 60 度から南緯 60 度の陸域 SRTM の 90m データよりデータ欠損及び異常値を除去 	東京大学の Web サイト ⁷ より無償配布
AW3D (5m)	<ul style="list-style-type: none"> 2.5m メッシュの標高データ 高さ精度は平均 2 乗誤差で 5m 	<ul style="list-style-type: none"> 全陸域をカバー 我が国の陸域観測技術衛星「だいち (ALOS)」の画像より整備 	AW3D の Web サイトより申し込み。有償配布
Cartosat-1 号ステレオ画像から作成した数値標高モデル (5m)	<ul style="list-style-type: none"> UTM 投影による 5m メッシュの標高 平面位置は WGS84 に基づく 高さの解像度は 1 m 	<ul style="list-style-type: none"> インドの地球観測衛星 Cartosat-1 号のステレオペアよりタライ平原の 25 河川流域について整備。一部測量局のデジタル等高線を活用 	一般提供はしていない
測量局デジタル等高線及び標高点データ	<ul style="list-style-type: none"> 平地部 10m、山地部 20m の等高線 平面位置、高さの基準はネパールの測地参照系に基づく 高さの精度は、平均 2 乗誤差で約 3m (平地部) 及び約 7m (山地部) と考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ネパール全土をカバー 縮尺 1:25,000 地形図 (平地部) 及び 1:50,000 地形図よりデジタル化 	測量局より有償配布
航空レーザ測量による数値標高モデル	プロジェクトごとに異なると考えられ、詳細は不明	極めて限定的であり、詳細な場所は不明	一般提供はしていない

*: () 内の数字は数値標高モデルの格子間隔を示す

出典: USGS, WORLDDDEMTM, 東京大学, AW3D の Web サイトおよび ADB 報告書⁸をもとに調査団作成

(3) 数値標高モデルの需要

第(2)項に記したとおりネパールではさまざまな機関が数値標高モデルを整備・利用している。しかしながら、それぞれの用途に適した容易に購入できる数値標高モデルは存在しないため、利用機関の多くは第(2)項 1)に記したとおり自ら整備を行っている状況である。そのため、用途に適した容易に購入できる数値標高モデルが利用可能であれば、需要がさらに高まると考えられる。表 1-4 に数値標高モデルの利用が想定される主な機関において、要望されている数値標高モデル

⁶ AIRBUS 社 web サイト: <https://www.intelligence-airbusds.com/en/8703-worlddem>

⁷ 東京大学 web サイト: http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~yamadai/MERIT_DEM/

⁸ Water Resources Project Preparatory Facility, Pacakage 3: Flood Hazard Mapping and Preliminary Preparation of Flood Risk Management Projects, Final Report Volume 1 (2016): <https://www.adb.org/projects/documents/nep-45206-001-dpta>

の仕様とその用途について整理する。

表 1-4 主な数値標高モデルの需要

利用想定機関	必要な数値標高モデルの仕様	用途
水資源灌漑局の灌漑プロジェクト部門	高さの誤差 30cm 以内	灌漑計画用の縮尺 1:5,000 地形図の作成
道路局	等高線間隔 25cm~1m	・ 詳細設計用の縮尺 1:250 地形図 ・ 道路管理用 GIS (例えば、平坦地での流水方向の把握)
水文気象局	1m メッシュ、高さの誤差 50cm	洪水氾濫リスクのある場所と安全な避難場所の把握
森林訓練研究センター	8pt/m ² の点群密度での表層データ	森林の地上バイオマス量の把握
鉱山地質局	(詳細になれば、それを利用するニーズが出てくる)	プロジェクトベースでの地質図
トリブバン大学地理学部	衛星データ及び 1:50,000 地形図等高線から作成された数値標高モデル	地形による水害のリスクを踏まえた土地利用計画や居住地計画、灌漑計画、洪水解析、洪水予報、洪水に強い農業など
国際総合山岳開発センター	・ 衛星データ及び 1:50,000 地形図等高線から作成された数値標高モデル ・ 4pt/m ² の点群密度での表層データ	・ 洪水氾濫計算、土砂災害解析等の実用化 ・ 森林バイオマスの算定
民間部門	高精度の数値標高モデル	オルソ画像の作成や各種地図作成作業の省力化や高精度化

出典：利用機関のヒアリング結果より調査団作成

1-1-2 プロジェクト対象地域における洪水対策の現状・課題

(1) 流域の概要と洪水の履歴・特徴

1) 流域の概要

ネパールは北部のヒマラヤ山脈及び中央部の丘陵地帯（チュリア山地：Churia Range 及びシワリク山地：Siwalik Range）並びに南部の平原（タライ地域）から成る。東西に細長い形状をしており、南北の距離は約 190km、その幅の中で 7,000m 級のヒマラヤの山々からインドと国境を接している海拔 100m 程度のタライ地域まで高さが変化する。このような国土に大小 6,000 以上の河川が発達している。

タライ地域は南北の距離は約 40km であるが、標高差は 30m に過ぎず、平坦な地形となっている。国土総面積は約 14.7 万 km² のうち今回の調査対象となるタライ地域東部は約 1.5 万 km² である。ネパールの人口と産業はタライ地域に集中している。

タライ地域東部ではコシ川とバグマティ川を除く河川は中央部丘陵地帯に発している。同地域では河川は南北に流れ、国境を越えてガンジス川に合流する。インドプレートがユーラシアプレートに潜り込む際に形成された中央部丘陵地帯は地質が脆弱であるため、これらの河川は上流から大量の土砂をタライ地域に流送している。そのためタライ地域では洪水氾濫、土砂の氾濫・堆積を繰り返している。

ネパールの気候は10月～5月の乾季と6月～9月の雨季に大別される。年間降水量の8割は6月～8月にかけて集中する。河川流量はこの影響を受けて、タライ地域では数年ごとに洪水が発生している。

2) 近年の洪水

2017年8月11日にタライ地域で発生した洪水では約140人が死亡し、46万人以上が避難した⁹(図1-7)。また、2019年7月にモンスーンの豪雨により引き起こされた洪水では、ネパール全土で117名が死亡し、30名以上が行方不明となった¹⁰。タライ地域では特に被害が大きく、農地と町・村が浸水被害を受けた。道路や車が水没し、自宅が浸水して屋根の上に避難する住民などの写真がメディアに投稿された。タライ地域の主要な河川は危険水位に達したことから、数万人が避難した(ネパール内務省)。このような災害は数年おきに繰り返されている。図1-6、図1-7に2016年と2017年の洪水状況の例を示す。



出典：八千代エンジニアリング (YEC)

図1-6 2016年9月バグマティ川の洪水で冠水したタライ地域の東西ハイウェイ



出典：2017年8月16日付“ The Himalayan Times”新聞

3) タライ地域の洪水の特徴

タライ地域の洪水被害は以下の三種類に大別される。

- ①河道内を流下する洪水により破堤して堤内地に氾濫する外水被害
- ②堤内地から河川への排水が不十分なために生じる内水被害
- ③道路盛土が堤内地を流下する氾濫水を阻害して盛土が損壊

タライ地域の河川の河床は上流から運ばれる土砂が堆積して毎年上昇しており、このことによって河道の断面積が減少し、外水被害のリスクが高まっている。さらに河床の上昇は堤内から河川への排水を困難にすることから内水被害のリスクも高めている。

また、道路盛土による洪水の阻害は盛土の上流側から下流側への排水が不十分なことに起因している。タライ地域では既存の東西ハイウェイと並行してその南側に鉄道の建設が計画され一部

⁹ 国連 (2017)、Flood 2017: Office of the Resident Coordinator Situation Report No. 4 : <http://un.org.np/headlines/flood-2017-office-resident-coordinator-situation-report-no-4>

¹⁰ 国連 (2019)、Nepal: Monsoon Update (as of 28 July 2019) : <http://un.org.np/maps/nepal-monsoon-update-28-july-2019>

区間は開通している。さらにその南にもう一本のハイウェイ（ポスタルハイウェイ）が建設中であり、これらの氾濫原を横断して建設された道路・鉄道の盛土が今後さらにリスクを高めると考えられる。

(2) 洪水対策

1) 構造物対策

構造物対策はエネルギー・水資源灌漑省（Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation : MEWRI）の水資源灌漑局（Water Resources and Irrigation Department : WRID）、水害管理部（Water Induced Disaster Management Division : WIDMD）が所管している。

タイ地域東部の各河川管理事務所には 1.5～2 億 NPR の年度予算が配分され、侵食対策と既存施設の維持管理を行っているが、その予算額は対応すべき対策の規模に比較して極めて小さい。洪水対策として各河川の課題をまとめたインベントリーは作成されていない。大規模対策に関してはインド、ADB、WB などからの支援により実施している。

タイ地域東部において実施した現地調査の結果に基づいて作成した各河川の現状詳細については資料 7-1 に表と写真にて説明する。

① 外水への対策

タイ地域東部では、大部分の河川は築堤されており、河岸には護岸・水制が設置され、河岸侵食対策が行われている。しかし河床上昇による洪水の越流のリスクが増大していて、実際に破堤の被害が発生している。また多くの橋梁地点では、河道に張り出して建設された取付盛土道路が水衝部となって侵食を受けている。護岸工の資材としては地元で得られる玉石、鉄線、土嚢などを利用して限られた予算で最大限の効果を発揮するよう工夫している。破堤が生じた部分については迅速に補修作業を行っている。しかし河床上昇による洪水リスクの増大は、こうした努力をはるかに上回る規模となっている。一例として、図 1-8 矢印にコシ川の河床上昇の状況を示す。同図から河床が周辺の堤内地の地盤よりはるかに高くなっていることが分かる。



出典：調査団

図 1-8 コシ川の河床上昇の状況

図 1-9 矢印に第 2 州のジャナクプル（Janakpur）Kaptol Kamala Road で確認した道路盛土が決壊（赤破線）している状況を示す。この盛土の決壊はカルバートの断面積不足により上流水位が上昇、道路を越流したことが原因と考えられる。



出典：調査団

図 1-9 道路盛土決壊の状況



出典：調査団

図 1-10 ラカンディ川に設置された鉄線籠の水制

次に図 1-10 にラカンディ川に設置された鉄線籠の水制の様子を示す。タライ地域を流れる河川の河岸には水田や耕作地が広がっており、鉄線籠の水制を設置し、これらの農耕地の河川からの侵食への対策を採っている場所が多い。

河床上昇については、その状況を定量的に調査することが必要とされている。精緻な数値標高モデルがあれば河床と堤内地盤高の差を正確に把握し、これを基準値として将来の変化を知ることができる。また、詳細な数値標高モデルにより河川構造物（カルバート、鉄線籠など）を適切に設計することで、前述の道路盛土の決壊や農耕地の河川侵食などへの対策が可能となる。

② 内水への対策

河床の上昇は内水被害の原因にもなっている。河川に排水されない内水はタライ地域で災害を発生させている。内水はさらに下ってインド側に流出し、同国ビハール地方でも災害を発生させている。タライ地域東部は地形が平坦でありかつ排水路のネットワークが複雑であるため、内水被害の原因の解明が困難となっており、微地形を把握して内水の発生しやすい場所を明らかにする必要がある。しかし現在の 1:25,000 の地図では微地形の把握が難しく、誤差が 50cm 以下の数値標高モデルが要望されている。

③ 道路盛土による洪水阻害への対策

タライ地域では洪水が発生した際に道路盛土を氾濫水が越流している。そのため道路舗装と盛土が損壊している。また道路橋の取付道路盛土が河積を阻害して洗堀の被害を受けている¹¹。

2019 年には東西ハイウェイ上の 2 カ所で洪水被害があり、表面の舗装が損壊した。損壊の範囲はそれぞれ道路延長で 25m～40m 程度であった。2 橋梁では橋台周りが洗堀を受けた。ジャナクプール（Janakapur）～バルデバス（Bardibas）付近のバプシコラ橋（Bhapsi Khola Bridge）（バルデ

¹¹ 参考：タライ地域での道路・鉄道整備計画

タライ地域では既存の東西ハイウェイは、現在の片側 1 車線を 2 車線に拡張し、市街地域周辺では 3 車線（両側で 6 車線）に拡張する。この拡張工事は ADB 資金を利用し、東部タライでは 2019 年末には入札が始まる。東西ハイウェイに平行して、その南側にポスタルハイウェイが建設されている。片側 2 車線、両側で 4 車線とされている。資金はインドとネパールで分担している。ポスタルハイウェイと既存東西ハイウェイの間には鉄道の建設も計画されている。これらの道路・鉄道盛土が氾濫水を阻害して被災するリスクが高まっている。

パスの西側直近) がそのうちの一橋である。

建設中のポスタルハイウェイでは、道路盛土が洪水により侵食を受けた。盛土上流からの氾濫水を下流に安全に流すための排水施設の流下能力が十分ではないためである。盛土高が 50cm～1m と低い場所でもこのような被害が発生している。

道路盛土には高さが 1m 以下の場所があり、現在の 1:25,000 地図ではその盛土高の把握ができず、現状を明らかにして適切な排水施設を計画するためには、詳細な数値標高モデルが必要とされている。

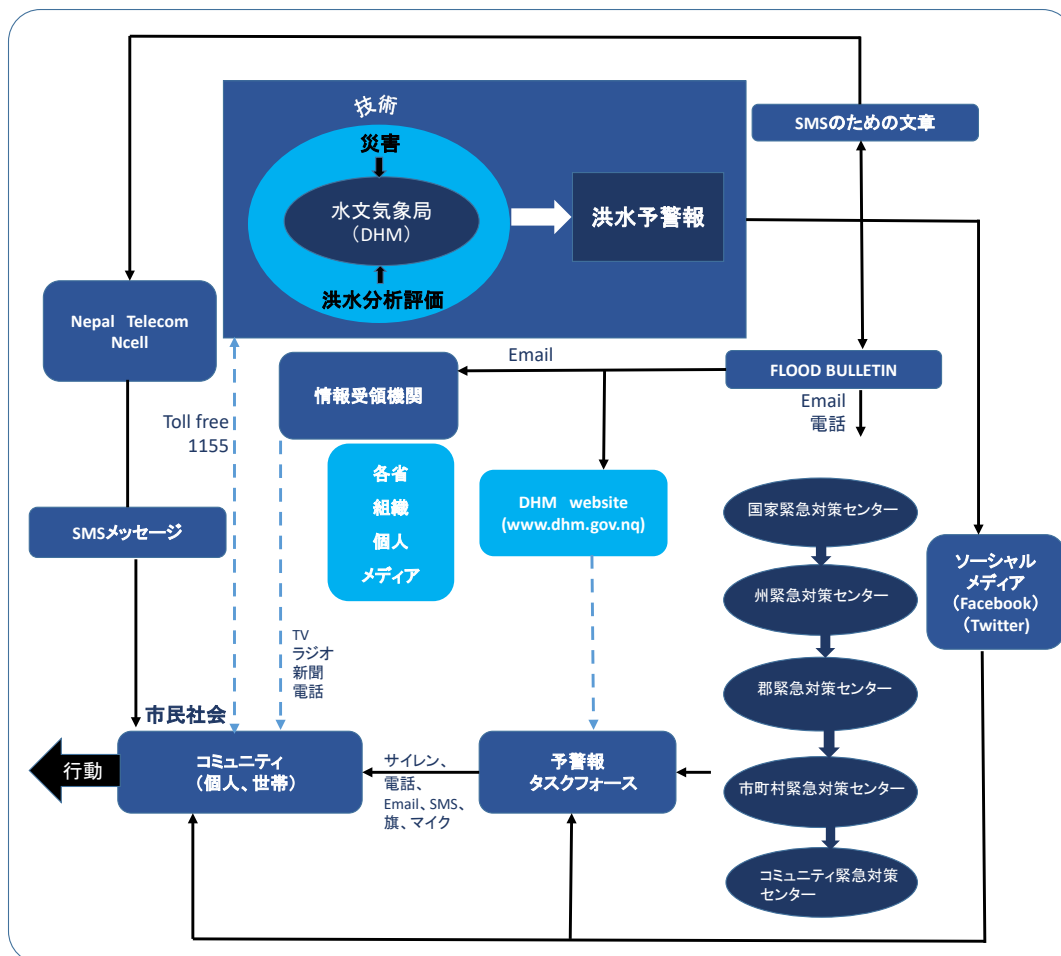
タライ地域東部における道路の洪水被害の詳細については資料 7-2 に写真を添付した。

2) 非構造物対策

非構造物対策はネパール全土において以下のような対応が行われており、タライ地域でもこの方法が適用されている。

a) 非構造物対策の内容とハザードマップの利用

非構造物対策として洪水予警報と避難・緊急支援・緊急復旧が実施されている。洪水予警報の主体は DHM であり、緊急対応は内務省と国軍により組織される国家緊急対応センターとその下部機関として州、郡、市町村、コミュニティの緊急対応センターがそれぞれ実施機関とされている。図 1-11 にネパールにおける洪水予警報の伝達ルートを示す。



出典: ICIMOD

図 1-11 洪水予警報の伝達ルート

上図の洪水予警報及び緊急対応の流れの詳細は以下のとおりである。

- ①DHM が気象・水位観測所からのデータを解析し、洪水ハザードマップから被害範囲を予測して洪水予警報を発出する。河川水位については、「Slash level」「Warning level」及び「Dangerous level」の3レベルが設定されている。
- ②発出された予警報は DHM から以下の流れで情報提供される。
 - a. ネパールテレコム (Nepal Doorsanchar Company Limited : NDCL) に提供されて、SMS メッセージとしてから市民に周知される。
 - b. フェースブック、ツイッターなどのソーシャルメディアに提供されて、市民に周知される。
 - c. Flood Bulletin (DHM が運営する河川・地域ごとの洪水に関する予警報サイト¹²⁾ に掲載される。
 - d. Flood Bulletin の情報は Email により国家緊急対策センターに提供される。さらにそこから州、郡、市町村、コミュニティ・レベルの緊急対策センターへと順次提供される。それぞれのレベルで早期警戒タスクフォースが組み立てられて被災者を支援する。

¹² 洪水に関する予警報サイト : www.dhm.gov.np

- e. Flood Bulletin の情報は関係省庁、NGO などの組織、及び各個人に Email により提供される。
- f. メディアに Email で提供され、TV、ラジオ、新聞などにより市民に周知される。
- g. 電話料金無料サービスにより、1155 の電話番号にかければ提供される。
- h. 国家緊急対応センターの web サイトを通して提供される。

③緊急対応センターを中心にして、関連省庁、NGO などによって避難と緊急的支援・復旧が行われる。緊急対応にはハザードマップが利用され、洪水被害区域の同定と安全な避難場所の選定が行われる。

非構造物対策としてはこれ以外に洪水危険地域の土地利用規制があげられるが、タライ地域東部についてはまだ検討されていない。

b) 洪水予警報における課題

① フラッシュフラッドへの対応

コシ川、バグマティ川などの大河川における洪水の到達時間（各河川の流域最上流端からタライ地域までの洪水流下に要する時間）は6～7時間と長い。一方中央丘陵地帯からの洪水の流出がフラッシュフラッド¹³となった場合、約1時間程度であり、短い。フラッシュフラッドの場合には降雨発生後30分後には予警報を発して、30分以内に安全な場所に移動するなど緊急に対応しなければならない。しかしながら、現在のDHMの観測ネットワーク・人員・技術力では、そのような短時間で降雨観測情報を解析して予警報を発することは難しく、フラッシュフラッドへの対応が困難である。一方、大河川の洪水に対してはDHMによる予警報システムが機能しており、フラッシュフラッドへの対応と比較して住民の避難には時間的な余裕がある。

② 水文観測所の整備

現在ネパールに所在する水文観測所の設置密度は低い。また多くの観測所ではデータの送信が自動化されていない。洪水予警報には水文観測所からの十分な密度のデータが迅速に得られることが基本となる。そのため密度の向上とデータ送信の自動化についてWBによる支援が実施されている。

c) 洪水ハザードマップの作成

洪水予警報に使用するハザードマップはDHMが作成している。ネパール国内の会社には十分な作成能力がないので、海外の会社に発注している。タライ地域の主要9河川については、洪水ハザードマップの作成は終わっており、今後他の9～10の中小河川について対応する予定である。しかし、そこで使用されたモデル「マイク11¹⁴」は現地状況にカスタマイズされなかったため、結果として実情に合っていない。

正確な洪水予警報を発出するためには、正確な洪水ハザードマップが必要とされる。そのため、DHMによって数値計算によるハザードマップへの実現象のフィードバックが行われている。現在のハザードマップは10年に1回程度の確率で発生する洪水を想定して計算し作成されているが、DHMには洪水ハザードマップと実際発生した洪水の状況が異なる場合の評価体制が十分に整っ

¹³ フラッシュフラッド：局地的な豪雨により河川で発生する鉄砲水

¹⁴ 洪水氾濫解析などに用いられる汎用ソフト

ていないため、実際の洪水と洪水ハザードマップとの整合性が取れておらず、その修正が課題となっている。

DHM 以外のネパール政府組織が、自国予算によって洪水ハザードマップを作成したプロジェクトを表 1-5 に示す。ドナーによるプロジェクトは第 1-4-2 項に記載する。

表 1-5 ネパール政府が自国予算によって実施したハザードマップのプロジェクト

<p>1. バグマティ川流域の水害ハザードマップの作成 Preparation of water induced hazard maps of the Bagmati river basin</p> <p>実施機関: 水害対策局が実施機関となりコンサルタント 3 社に調査を委託 報告書作成年月: 2005 年 12 月 内容: バグマティ川の全流域に関して、洪水、土砂崩れ、土石流のハザードマップを作成した。降雨の確率年は 25 年及び 50 年とされた。 利用状況: 洪水の予警報、緊急対策センターの活動などには利用されていない。</p>
<p>2. バグマティ川下流域における洪水リスクマップの作成 Flood risk maps of lower Bagamati basin</p> <p>実施機関: 水資源モデル研究所 (Institute of Water Modeling: IWM) が外部コンサルタントに調査を委託した。 報告書作成年月: 2010 年 1 月 内容: バグマティ川下流域であるタライ地域について過去の洪水実績に基づいて洪水リスクマップを作成した。 利用状況: 洪水の予報警報、緊急対策センターの活動などには利用されていない。</p>

出典: 調査団

(3) 洪水対策に関連する法制度

洪水対策は次のような法制度において防災行政の一環として規定され、タライ地域においてもこれらの法制度に基づいて行政の取組みが行われている。

1) 地方政府法 2073 (西暦 2016 年) (The Local Government Act, 2073)

同法は、社会主義に基づくネパール連邦民主共和国として、地方自治体の運営に関して必要な規定を定めている。防災対策の対象となる具体的活動内容が記述されている。

2) 防災対策法 2017 (Disaster Risks Reduction and Management Act, 2017)

同法は、ネパールの防災行政の基本的枠組みを規定している。首相を長とする国家防災協議会 (National Disaster Risk Reduction and Management Council) が防災に関する政策と計画を定め、内務大臣を長とする実施委員会 (Executive Committee) がその実施を指示する。国家防災庁 (National Disaster Risk Reduction and Management Authority) は州・郡・地方政府災害対策委員会 (District and Local Disaster Management Committee) を統括して、事前準備・緊急対応・復旧・復興のすべての段階で防災対策全般を実施する。

また、同法では気象予測精度の向上や洪水予警報システムの構築、洪水ハザードマップの整備を通じた災害リスクの周知を目的の一つとして掲げており、ネパール政府はこの方針に基づき、気象レーダー及び洪水早期予警報装置の設置を進めている。

3) 国家防災政策 2018 (National Policy for Disaster Risk Reduction, 2018)

防災政策内容を示し、これを実現するために国家、州、と地方行政において実施計画 (Strategic action plan) が作成され、実施するための予算を準備するよう規定している。

4) 国家防災戦略実施計画 2018-2030 (Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action)

2018年~2030年におけるネパール SDG のうち、災害分野の目標達成を目指して、各4優先分野に関して戦略活動、期待される成果、スケジュール、責任機関を策定している。

- 優先分野 1: 災害リスクの理解 (地震、洪水、氷河決壊、地すべり、干ばつ、熱波、寒波、山火事など)
- 優先分野 2: 連邦・州・地方レベルにおける災害に対する行政能力の強化
- 優先分野 3: 公共・プライベート投資における防災と強靱化
- 優先分野 4: 効果的な応急対応と復旧・復興における **Build Back Better** のための事前準備の促進

優先分野 1 では、洪水についての戦略活動として、洪水リスクの予測とハザードマップの作成などが表 1-6 のように定められている

表 1-6 優先分野1で定められた活動内容

戦略的活動	期待される成果	時間枠	担当機関
洪水リスクのある地域と河川に関する災害予測・ハザードマップの作成とその結果の国民への周知	洪水リスクのある主な河川のハザードマップ	短期	MEWRI
洪水リスクのあるインフラ、学校、病院、水道などの災害予測、リスクマップの作成とその結果の国民への周知	洪水リスクレベル (高、中、低) に関する情報が公開フォーマットとして国民が入手できる。	中期	MHA (Ministry of Home Affairs) NDRRMA (National Disaster Risk Reduction and Management Authority)
洪水リスクのある地域での土地利用計画の準備	洪水リスクのある場所の土地利用計画が実施される。	長期	MALMS (Ministry of Agriculture and Land Management System)

出典: Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action 2018-2030 より調査団作成

(4) タライ地域東部における洪水対策上の課題

タライ地域東部の最大の問題は河床上昇であることについて、水・エネルギー委員長官、水資源・防災研究開発センター研究者、そして第一次現地調査で訪問した2カ所の河川管理事務所長らによって認識されている。その主因は上流域の地質的に脆弱なチュリア山地からの土砂流出であり、近年の気候変動がこれを加速している。山地からタライの平地に出た河川によって形成された扇状地 (Charkashe Jhadi) では元々森林が発達していた。この扇状地の森林が土砂貯留の機能を果たしていた。しかし人口増加とともにこの大部分は伐採されて農地・住宅、商工業用地となり、また河川に築堤されたために土砂の堆積は河道内に限定されるようになった。そのため河床への土砂の堆積が激しくなったと考えられている。

築堤されている多くの河川では、河床に土砂が堆積して河床が周辺地盤よりも高くなっている。このため通水断面積が減少し、洪水が堤防を越流して破堤するリスクが高くなっている。実際に西部のインド国境となるマハカリ川 (Mahakali River) から東部のインド国境となるメチ川 (Mechi River) まで、タライ地域全域にわたりこのような災害が発生している。

暫定的な対策として、堤防をかさ上げする工事が MEWRI によって検討されている。しかしこの対策は、用地取得と予算の面で限界があるため、やがて堤防から洪水と土砂が流出することと

なる。調査団がコシ・バクラハ川管理事務所で行ったヒアリングではタライ地域の問題点・課題として以下が明らかとなった。

- 土砂の堆積による河床上昇の問題は深刻で、将来タライ地域は砂で埋没する恐れがある。
- 築堤あるいは堤防高の増加は対症療法に過ぎない。そのため、根本的な対策として上流の山地での森林伐採を禁止し、保護林とするなどの対策が必要。
- 森林伐採規制の法律は存在するが、開発が優先されており、効果的な運用が行われていない。
- 河床が高いことにより堤内からの排水が困難となり、内水被害が誘発されている。同事象はタライ地域の下流にあたるインド側でも発生している。
- 気候変動によりこの 20 年で降雨強度が増大し、森林減少との相乗効果で山地部での土砂生産が激しくなっており、この問題は深刻化している。

これらの問題点・課題について国家・国民レベルでの認識と対策などへの取り組みが必要であると考えられる。河床の上昇の速度を低下させるにはタライ地域での構造物対策だけでは不十分であり、上流山地での治山・砂防が必須となる。またタライ地域の地形は平坦であるため、微地形を把握できる詳細な数値標高モデルに基づいて氾濫計算を行い、洪水に対して危険な場所と避難できる安全な場所を明確にしたハザードマップが必要とされている。

以上の課題への対応には既存の 10m 等高線による 1:25,000 地形図では不十分であり、誤差が 50cm 以下の詳細な数値標高モデルが必要とされている。

1-1-3 地理空間情報の公開・流通

(1) 地理空間情報の公開・流通に関する法制度

1) デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069

デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069（以下、「デジタルデータ指令」とする）は国土管理・協同組合省が 2012 年に定めた同省関係デジタルデータ、主に測量局のデジタル地理空間情報の提供・使用・規則に関する指令である。全 9 条及び 5 つの付則から構成されている。各条の概要は表 1-7 のとおりである。

表 1-7 デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069

条	表 題	概 要
1	名称と発効	指令の名称と効力開始日を規定
2	定義	指令中で用いられる用語の定義
3	提供禁止のデジタルデータ	法律で禁止されているデジタルデータは配布しないことを規定
4	デジタルデータの価格	デジタルデータの価格は付則 1 に示すことを規定
5	提供体制	デジタルデータの提供部署や場所について規定
6	提供の手順・ルール	デジタルデータ提供の手順や必要な文書等について規定
7	データの不適切利用の管理	目的外利用や第三者への譲渡の禁止、及び違反の際の対応
8	指令の変更	国土管理・協同組合省は指令の変更を行えることを規定
9	提供中止に関する条項	提供部署は提供の禁止を国土管理・協同組合省に進言できることを規定
付則 1	デジタルデータのリスト	部署別の提供デジタルデータのリスト
付則 2	提供禁止デジタルデータリスト	国境の地図、国境界柱の詳細情報、地図委員会が機密とした

条	表題	概要
		図葉のデジタルデータ、土地利用政策策定中の土地利用ゾーニングデータ
付則 3	デジタルデータの価格	部署別の提供デジタルデータの価格リスト
付則 4	デジタルデータの申請書	個人用及び組織用のデジタルデータ申請書の様式
付則 5	デジタルデータ使用の同意書	個人用及び組織用のデジタルデータ使用の同意書の様式

出典：デジタルデータコビタरण, प्रयोग र नियमन निर्देशिका, २०६९ (デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069) ¹⁵より調査団作成

2) 地図委員会

地図委員会は、国土管理・協同組合省次官(議長)、測量局長(事務局)、内務省 (Ministry of Home)、防衛省 (Ministry of Defense)、外務省 (Ministry of Foreign Affairs)、法務省 (Ministry of Law, Justice and Parliamentary Affairs)、財務省 (Ministry of Finance) 及びトリブバン大学地理学科 (Central Department of Geography of Tribhuvan University) から構成されている。その役割は以下のとおりである。

- 様々な省庁が地図を作成するのを支援し、その発行に同意する。
- 発行された地図を安全確保のために測量局に保管する。
- ネパールの地図作成における手続きを一様にする。
- 地図作成その他関連業務について政府に助言する。
- 地図作成の重複を避け、品質を向上し、機関間の調整を行う。

したがって、ネパール政府機関が地図を発行する場合には、必ず地図委員会での了解を得る必要がある。例えば、鉱山・地質局は 1:50,000 の地質図等を発行しているが、これらの発行には事前に地図委員会の了解を得ている。なお、無償で提供する場合や、小縮尺の地図の場合は、必ずしも地図委員会に諮る必要はない。例えば、森林研究訓練センターは、基礎自治体レベルの森林被覆図をインターネットで公開しているが、同図の公開に関し地図委員会の審議を経していない。

3) 著作権と 2 次利用

ネパールの現行の著作権法は 2002 年に制定された「The Copyright Act, 2059 (2002)¹⁶」であり、著作権保護の対象として「地図」も含まれている。また、著作権法の実施の際の規則として「Copyright Rules, 2016 (2004)¹⁷」を定めている。

地図は著作権法により保護されるため、2 次利用等を行う場合、原著作権者の了解が必要となる。国土管理・協同組合省に係るデジタルデータに対する具体的な扱いは、第 1-1-3 (1) 項 1) のデジタルデータ指令によることとなる。

¹⁵ デジタルデータの提供・仕様・規制指令 2069 : <http://dos.gov.np/old/?medias=डिजिटल-डाटाको-वितरण-प्रय>

¹⁶ The Copyright Act, 2059 (2002) :

<http://www.lawcommission.gov.np/en/archives/category/documents/prevailing-law/statutes-acts/the-copyright-act-2059-2002>

¹⁷ Copyright Rules, 2016 (2004) : <http://www.lawcommission.gov.np/en/archives/4220>

(2) 測量局における情報公開・提供

1) アナログ製品・デジタル製品

測量局が有償で提供する主な地理空間情報は表 1-8 のとおりである。

表 1-8 測量局が有償で提供する主な地理空間情報

種 類	縮尺／仕様	価 格	備 考
【アナログ製品】			
地形図	1:25,000、 1:50,000	150 NPR	地形測量・土地利用課
各種一般図	1:1:25000、 1:250000 1:500,000、 1:1,000,000 1:2,000,000	50 NPR	縮尺の異なる一般図
土地利用関係図	1:50,000	40 NPR	土地利用図、土地能力図、土地システム図
オルソ画像	1:5,000、 1:10,000	2,000 NPR / 図葉	
地名集	4 巻	600 NPR / 巻	
【デジタル製品】			
地形図データベース	1:25000、 1:50,000	1000 NPR / 図葉	全レイヤ
地形図データベース	1:100,000、 1:250000、 1:500,000	1000 NPR / 図葉	全レイヤ
レイヤ別データ		20～200 NPR / 図葉	行政界・交通網・建物・土地被覆・水系・等高線・特定地域・送電線等の 8 種
全ネパール全レイヤ		300,000 NPR	シームレス
オルソ画像	1:5,000、 1:10,000	各図葉 3,125 NPR / 5,000 NPR	
地形図ラスタ	1:25000、 1:50,000	180 NPR / 図葉	
1～4 次基準点		250～3,000 NPR / 点	
1～3 次水準点		250～1,000 NPR / 点	

出典：測量局 Web サイトより調査団作成

2) インターネットによる情報提供

デジタルデータ指令第 6 条 (3) に、1:1,000,000 のデータはインターネットから無償でダウンロードできるとされている。2019 年 10 月現在アクセスできない状況であるが、かつて測量局が運営するジオポータル¹⁸から行政界データなどのダウンロードが行えた。

3) 非公開データ

デジタルデータ指令付則 2 に、国境の地図、国境界柱の詳細情報、地図委員会が機密とした図葉のデジタルデータ、土地利用政策策定中の土地利用ゾーニングデータが提供禁止のデータとして記載されている。

4) デジタルデータ提供の流れ

測量局における製品提供は、製品の種類によって販売部署が分かれている。印刷図は測量局構内の地図販売店、測地基準点データは測地部で販売されており、デジタル地図データは地理情報

¹⁸ ジオポータル：http://nationalgeoportal.gov.np/

基盤部（Geographical Information Infrastructure Division : GIID）が担当している。

データ購入希望者は、GIID の販売担当室の中央の机で販売担当者と対面し、以下の手続きを行う。

- ① 購入するデータの種類、場所を指定する。場所の指定は縮尺 1:25,000 及び 1:50,000 のインデックス図上で行う。
- ② データ購入は個人利用か、あるいは組織としての利用かを指定する。個人利用の場合は、データの利用目的を書面に記し、地理情報基盤部の長の承認を得る。外国人の場合は、パスポートのコピーを提出する必要がある。組織利用の場合は、組織の長から測量局長あてのレターが必要である。
- ③ 購入希望者が利用について承認を得た後、販売担当者は料金を計算し、購入希望者は支払いを行う。支払総額が 10,000 NPR を超える場合は、銀行での支払いが必要である。
- ④ 支払いの終了後、販売担当者は購入者の指定するファイルをマスターファイルから抽出し、購入希望者の持参するメディアにコピーする。販売担当者は、購入者の指定するファイルが実際にメディアにコピーされているかどうか、エクスプローラーでのファイル名表示、及びデータの一部についてソフトウェアにより表示し、購入希望者とともに確認する。
- ⑤ コピーが終わると、販売担当者は、購入希望者にメディア及びデータ利用にあたっての合意書を手渡す。

(3) 測量局以外における情報公開・提供

1) 鉱山地質局（DMG）

DMG では、以下の地理空間情報を公開・提供している。

表 1-9 鉱山地質局が公開・提供する地理空間情報

種類	縮尺	価格	備考
【アナログ製品】			
ネパール地質図	1:1,000,000	500 NPR	全国 1 面
中部ネパール地質図	1:250000	500 NPR	1 面
工学・環境地質図	1:5,000, 1:10,000	500 NPR	整備 13 面、発行 6 面
地質図	1:50,000	300 NPR	30 面
【デジタル製品】			
販売していない			

出典：DMG の Web サイト及びヒアリング結果より調査団作成

2) 森林研究訓練センター（FRTC）

FRTC では、基礎自治体レベルの森林被覆図をインターネットより公開している。

表 1-10 森林研究訓練センターが公開・提供する地理空間情報

種類	縮尺	価格	備考
森林被覆図	1:200,000 程度	無償でインターネットからダウンロード可能	基礎自治体毎の森林被覆の状況を示した地図。PDF ファイル

出典：FRTC の Web サイト及びヒアリング結果より調査団作成

3) 国際総合山岳開発センター (ICIMOD)

ICIMOD は、整備したさまざまな地理空間情報を Web マップなどで公開している。例えば、ネパールの森林火災モニタリングシステム¹⁹、コシ川流域の情報 Web マップシステム²⁰、ラプティ川洪水管理のための Web マップシステム²¹などテーマに応じた多くの Web マップを公開している。また、地域のさまざまな地理空間情報のメタデータを蓄積し、検索やアクセス方法などの情報を Web サイト²²から提供している。

(4) 地理空間情報の利用促進に関する取り組み

1) 国土空間データ基盤(National Spatial Data Infrastructure: NSDI)に関する取り組み

ネパール政府は、同国内の地理空間情報の共有を容易にし基盤構築を支援するため、2002年より欧州委員会の支援を得た後、地形図と国勢調査のデータを共有する基盤構築をパイロット事業として開始し、第2段階として各省庁を加えることを計画した。この計画は国家地理情報基盤プログラム (National Geographical Information Infrastructure Program : NGIIP) として、Web サイトの構築などの成果をあげた。

近年は NGIIP の省庁横断的な活動は弱体化し、実質的には測量局の組織である GIID としての活動が主体となった。現在 (2019年10月) は閉鎖中であるが、関係省庁からメタデータ収集の協力を得て、クリアリングハウスを含むジオポータル構築などの成果をあげている。

2) 測量局における利用促進活動

測量局は、提供する地理空間情報の利用促進のための特別な活動は行っていないが、関連のセミナー等が開催される際には、どのような情報を利用できるか等の情報提供は行っている。

1-1-4 開発計画

ネパールは1956年から国家開発計画を策定し、2019年より第15次5カ年計画を推進している。計画の目標及び優先分野は表1-11に示すとおりである。

表 1-11 第 15 次国家開発計画の概要

①第 15 期計画の国家目標
a.容易にアクセスできる質的で近代的なインフラストラクチャ、生産的な雇用の創出、貧困の緩和による高度で持続可能な包括的経済成長を提供する。 b.定性的健康と健康的な環境、社会正義、説明責任のある社会サービス、良質な生活を提供する。 c.民主主義、主権の国家的利益を保護し、強力な経済基盤のための社会経済的変革を確保する。
②長期国家目標
1. アクセス可能な最新のインフラストラクチャと集中的な接続 2. 人的資本の潜在能力の開発と活用 3. 持続可能な高度な生産性 4. 公平な高い国民所得 5. 幸福な生活 6. 安全で文明化された公正な社会 7. 健康でバランスの取れた環境

¹⁹ 森林火災モニタリングシステム : <http://geoapps.icimod.org/NepalForestFire/>

²⁰ コシ川流域の情報 Web マップシステム : <http://geoapps.icimod.org/kbis>

²¹ ラプティ川洪水管理のための Web マップシステム : <http://geoapps.icimod.org/raptiflood>

²² ICIMOD Web サイト : <http://rds.icimod.org/>

8. 良い統治、包括的な民主主義、国家の統一、安全、尊厳
③優先分野
(a)水力発電とさまざまなエネルギーの開発 (b)農業部門の収益性、拡大及び商業化の向上 (c)観光、産業および事業セグメントの開発 (d)基本的な指導と福祉、飲料水及び衛生部門の開発 (e)適切な管理の促進 (f)道路及びその他の物理的基盤の開発 (g)天然資源と環境の保護

出典：HamroLibrary.Com2019²³

同計画には地理空間情報や防災に関する具体的な記述は見られないが、国家目標の「a.容易にアクセスできる質的で近代的なインフラストラクチャの提供」、優先分野の「(b)農業部門の収益性、拡大及び商業化の向上」及び「(f)道路及びその他の物理的基盤の開発」において、関連する計画の基盤として本プロジェクトで整備される数値標高モデル及びオルソ画像の利用が期待される。

1-1-5 社会経済状況

ネパールの人口は2,649万人（2011年人口調査）で、2001年（前回調査年）から2011年の間に年率1.14%の人口増加がみられる²⁴。同国の面積は約14.7万km²と北海道の約1.8倍の広さで、国土の17%を占める本調査対象地域を含む南部のタライ地域にはネパールの総人口の約半分が居住している。

政治的には、1996年に共産党毛沢東主義派（マオイスト）が武装闘争を開始し政情不安が続いていたが、2006年に政府とマオイストの間で包括的和平合意が成立し、2008年4月には制憲議会選挙が実施された。同年5月に開催された第1回議会では、王制から「連邦民主共和制」へと移行することが宣言された。以降、新憲法制定に向けた取り組みが行われてきたが、政党間対立により起草作業は大幅に遅延していた。しかし2015年5月のネパール地震の後、今後の復興のためには憲法制定が重要であるとして主要政党による憲法制定に向けた動きが急速化し、同年9月に新憲法が公布された。同年10月11日立法議会における首相投票の結果、K.P.シャルマ・オリ・ネパール共産党（統一マルクス・レーニン主義派）:CPN-UML）委員長が新首相に選出され、翌12日に新政権が発足した。現在は中央集中型システムから分散型連邦政府システム実行への移行段階にある²⁵。

ネパールの経済概況は、GDP約288億USドル（2017/2018年度）、一人当たりGDP約1,004USドルで後発開発途上国（LLDC）に位置づけられる。主要な産業は農林業でGDPの約28.9%を占め、就労人口の約3分の2が農業に依存している。農林業以外では、貿易・卸売り業、交通・通信業などが主な産業となっている²⁵。

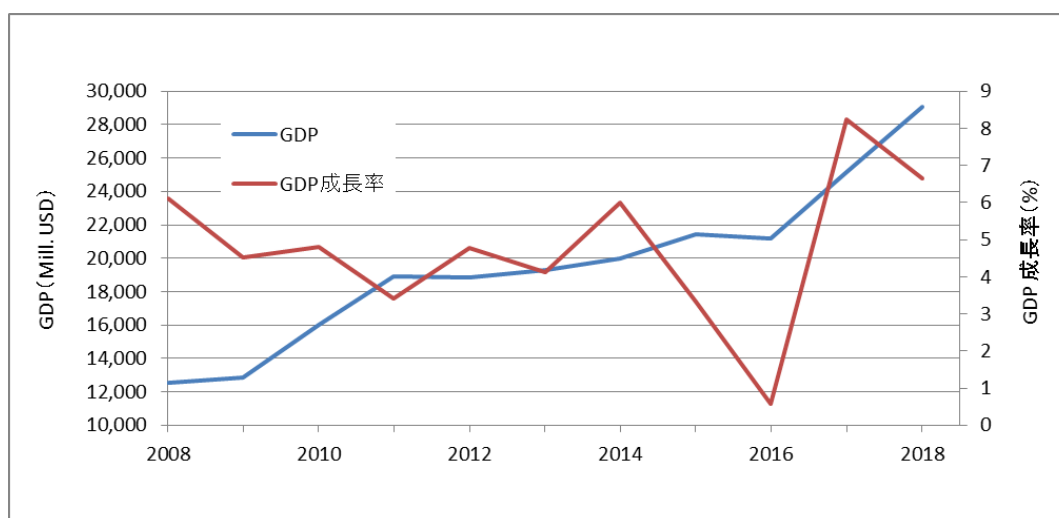
経済成長は安定的に推移しており、過去10年間のGDP成長率は、2015/2016年度は地震の影響で0.6%に落ち込んだものの、翌年度年以降は8.2%（2016/2017年度）6.7%（2017/2018年度）で

²³ HamroLibrary.Com2019 Web サイト：<https://hamrolibrary.com/current-15th-periodic-plan-of-nepal-in-english/>

²⁴ Nepal in Figures 2019：<https://cbs.gov.np/wp-content/uploads/2019/07/Nepal-in-Figures-2019.pdf>

²⁵ 外務省 Web サイト：<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/nepal/index.html>

地震前の平均約 4.6%よりも高い値を示し、経済成長の兆しをみせている²⁶。



出典：WB Web サイトより調査団作成

図 1-12 ネパールの過去 10 年間の GDP と GDP 成長率

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

ネパールはインドと中国の間に位置しており、同国における民主主義の定着、安定と平和は、我が国にとって政治的・経済的に重要な南アジア地域全体の安定を確保する上で重要である。このような観点から、我が国は長年主要ドナーとしてネパールを支援している。

ネパールでは地震・洪水・地滑りなどの自然災害が頻発しており、特に雨季には洪水や地滑りが多発しその度に経済・社会インフラが甚大な損害を受けている。このような状況を受け、我が国は 2018 年 11 月の外相会談において、河野外務大臣（当時）から、ネパール政府による災害に強い国づくりに対する取組に協力していく旨を述べた。本プロジェクトは新政権が重視する防災分野の課題解決に寄与するものであり、日ネパール関係の更なる強化に貢献するものである。

また、本プロジェクトの対象地域であるタライ地域東部は、インドとの交通及び物流の窓口となっている地域であり、工場建設が集中する産業地帯でもある。本プロジェクトにより、洪水リスクをより正確に把握できるようになることで、的確な洪水や浸水被害の予防が可能となり、地域の安定的な経済活動を支えることが期待される。このように本プロジェクトは地域の経済的繁栄・連結性にも寄与し得るものでありその観点からも重要性は高い。

かかる状況下、2019 年にネパール国政府から我が国に対し、数値標高モデル及びオルソ画像整備計画に関する無償資金協力の要請がなされた。本プロジェクトの目標は、高精度の数値標高モデルを整備することにより、同地域の洪水対策に必要な計画の精度を向上させ、もって洪水被害の軽減に寄与するものである。

本プロジェクトの概略設計において、第一次現地調査時のスコーピングから第二次現地調査時の調査結果を踏まえ、ネパール国側との技術面、コスト面、維持管理能力等の様々な側面につい

²⁶ WB Web サイト：<https://www.worldbank.org/>

て協議を重ね、最適な計画が立案された。表 1-12 に本プロジェクトの協力内容を示す。

表 1-12 プロジェクトの協力内容

項目	内容
調達機材等の内容	① 数値標高モデル一式（対象面積：約 15,000km ² 、メッシュ間隔：1m） ② オルソ画像（対象面積：約 15,000km ² 、GSD：15cm） ③ データ加工・閲覧用コンピューター ④ 同ソフトウェア ⑤ 空撮用ドローン
コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容	詳細設計、入札補助、調達監理/数値標高モデル維持管理能力の定着、数値標高モデル利用体制の強化

出典：調査団

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 地理空間情報整備に対する我が国の援助動向

(1) 類似案件

ネパールで実施された地理空間情報分野における類似案件を表 1-13 に示す。

表 1-13 類似案件の概要及び教訓

<p>1. ネパール国ルンビニ地形図作成プロジェクト 1989-1993</p> <p>概要： ネパールの中心部近傍に位置するルンビニ地域は重要な農業地域でネパールの全人口の 9.6%（約 600 万人）を占めている。ネパール政府は、ルンビニ地域の経済発展を促進するために、以下の地域開発計画を推進していた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・灌漑プロジェクト ・地下水開発プロジェクト ・地域総合開発計画（交通、通信、給水、教育など） ・橋梁建設プロジェクト ・都市圏地域開発計画 <p>当プロジェクトの目標は以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ルンビニ地域をカバーする 1:25,000 地形図の作成 2) 作業を通して測量局の C/P に技術移転を実施する <p>教訓： ・基準点測量実施計画において、工期縮減のためヘリコプターを使用するなど、実施計画に苦慮した状況が見られる。基準点の刺針作業には熟練した高度な技術が求められるため、作業工程のみならず方法にも無理のない計画が必要である ・ネパールにおいて宗教に関わる事案には十分配慮することが必要である ・マラリア等の疾病への配慮は必須である</p>
<p>2. ネパール地震復旧・復興プロジェクト 2015-2017</p> <p>概要： 2015 年 4 月 25 日、首都カトマンズ北西約 77 km（ゴルカ郡）を震源とする M7.8 の地震が発生。その後の余震の影響もあり、死者 8,702 人、負傷者 22,303 人、全壊家屋約 50 万戸、半壊家屋約 26 万戸という、甚大な被害が生じた。JICA は、2015 年 5 月 1 日からネパールに調査団を派遣し、復旧・復興支援にかかるニーズ調査や、緊急的に対応すべき案件の発掘のための情報収集を行うとともに、災害に強靱な国の復興方策が必要であるとの認識をネパール政府と共有した。</p> <p>当プロジェクトのデジタル地形図作成においては、カトマンズ盆地強靱化計画に用いる復興支援地図作成、ゴルカ郡およびシンドパルチョーク郡のハザードマップ作成、地方郡の災害状況把握・復興計画等のベースマップとして利用するため、衛星画像新規撮影および既存衛星画像の購入、並びに関連する地理情報を収集した。なお、作業に当たっては、ネパール測量局からプロジェクトの目的・内容に関する理解を得た上で、現地の地理情報に係る情報提供やアドバイスを受けた。復興支援地図については、測量局・地図委員会に監修を依頼し、</p>

今後、収集・作成した地理情報が測量局を通じて有効活用されるよう配慮した。

教訓：

当プロジェクトは、復旧、復興を目的としたものであった。その中でベースとなるデジタル地形図を作成する際、緊急地図であることの C/P への理解、作成目的について、事前に十分かつ密接な仕様協議を持ち、理解を得ることが必要であった。このことは将来の地形図データを作成するうえで十分考慮されるべきである。

出典：調査団

(2) 現状と課題

第 1-1 節で述べたように、ネパールでは洪水被害の軽減による災害に強い国づくりが最優先課題であり、各種防災対策の基盤情報となる地理空間情報の整備・活用が期待されている。特にハザードマップ作成や河川改修等に直接活用できる詳細な数値標高モデル及びオルソ画像の整備が重要であるが、我が国の援助によるこれまでの地理空間情報分野の協力実績は上記の 2 件のみで、数値標高モデルとオルソ画像の整備は行われていない。

(3) 開発課題への対応方針

上記の課題を踏まえて、我が国のネパールに対する国別開発協力方針では、ハード及びソフト両面にわたる災害に強い国づくりを重点分野の一つに掲げており、本プロジェクトはこれに沿った協力と位置付けられる。また、2015 年に開催された第 3 回国連防災世界会議で採択された「仙台防災枠組」にも、優先行動 1（災害リスクの理解）の中に地理空間情報技術の利用が掲げられている。

本プロジェクトでは、タライ地域の災害の縮減とリスク・ガバナンス強化のための基礎データとして使用されることが期待される精密な数値標高モデルを作成することが目的の一つとなっている。現在ネパールでは、メッシュ間隔 1m という高精度の数値標高モデルは作成されておらず、第 1-5 節で後述するタライ地域西部の数値標高モデルと本プロジェクトで整備する数値標高モデルによって、同地域で発生する災害の軽減や地域開発の効率化など経済発展にも大きく貢献すると期待される。

1-3-2 洪水など防災に対する我が国の援助動向

洪水対策、砂防など防災に関する我が国援助による類似案件を表 1-14 に示す。

表 1-14 洪水対策、砂防などの防災に対する日本の類似案件

1. 治水砂防技術センタープロジェクト：プロジェクト方式技術協力・無償資金協力、1991～1999 治水砂防工法の開発、開発された工法の土木施設への適用、技術基準の作成並びにこれらの分野の技術者養成を目的として、「治水砂防技術センター（DPTC）」設立の無償資金協力、及び DPTC の機能充実のための技術協力が実施された。
2. ネパール自然災害軽減支援プロジェクト：プロジェクト方式技術協力、1999～2004 次いで第 2 フェーズとして、ネパール全土において自然災害を軽減するため、ネパール国の自然災害軽減のため中央・地方職員に対して技術移転が実施された
3. タライ平野河川治水計画予備調査：無償資金協力、2001 ラカンディ、カンカイ、ダノテイナウ、ピリン、ナラヤニの 5 河川に関して河川改修、13 河川についてノンブロによる鉄線、工事用重機の供与に関する要請があった。現地調査でこれらは一般無償にそぐわないとネパール側に伝えられた。
4. 村落森林保全計画プロジェクト：プロジェクト方式技術協力、1994～1999

実施機関は森林環境省土壌保全流域管理局。住民参加による貧困・女性に配慮した村落振興事業のモデル確立を目的に実施された。土壌の浸食防止に係る参加型防災事業等も実施された。
5. 河川防災機材供与：無償資金協力、1987～1999
1987年度の「河川護岸計画」から1994年度の「河川防災・道路保全機材供与計画」まで、7回にわたり河川護岸の鉄線籠に用いる鉄線（G.I.Wire）が無償資金協力によって供与された。その総量は21,827トン、E/N金額の合計は46.3億円であった。1999年2月には鉄線籠編み機に関する簡易機材案件調査が行われ、この調査にもとづきE/N金額5.37億円の無償資金協力が行われた。
6. チサパニ村落開発住民防災計画：開発福祉支援事業、1998～
1993年にネパール中部で発生した豪雨に伴う土石流などで甚大な被害を受けた村落の1つを対象に、住民レベルの防災意識の向上、警戒避難に係る知識の向上、住民参加による防災工事等を内容として1998年からネパール赤十字との契約により実施した事業である。
7. 中南部地域激甚被災地区防災計画調査：開発調査、1997
1993年7月にネパール中南部を襲った集中豪雨による激甚被災地のうち、バグマティ川、東ラプティ川およびトリスリ川の3河川の上流域を対象として防災計画を策定した。コミュニティ防災およびインフラ防災の両観点から実用的な方策が提案された。
8. リモートセンシングによる砂防地すべり調査技術の開発：1996
シワリク地方のラトウ川を対象に、1993年6月の土砂災害にリモートセンシング技術と地理情報システム技術を適用し、生産土砂など土砂災害の実態を把握する技術を開発した。開発した手法のネパールでの運用のためのシステムの提案が行われた。
9. タライ平野河川治水計画調査：開発調査（MP及びFS）、1997～1999
全国8河川について、地形、水文、河川及び流域現況などの調査に基づいた治水のためのマスタープランを策定するとともに、そのうち優先すべき2河川についてさらに補足調査、測量、解析・検討などを通じてフィージビリティ調査を実施した。
10. コシ川流域水資源開発事前調査：開発調査（FS）、1983
コシ河流域およびバグマティ川からカンカイ川までのタライ地域を対象とし、水力発電、灌漑、洪水防御および航行について流域変更も含めコシ川の水資源開発の基本計画が策定された。
11. その他
林業分野で複数のプロジェクト方式の技術協力と調査が1991年～2004年にかけて行われている。これらは「林業普及計画」「村落振興・森林保全計画技術協力プロジェクト」「緑の推進協力プロジェクト」「西部山間部総合流域管理計画調査」である。

出典：調査団

以上の類似案件から得られる教訓は以下のとおりである。

- ① ネパールに適した治水・砂防技術が開発され継承されている。

治水砂防技術センターではネパールに適した治水・砂防技術が開発された。無償資金協力では鉄線籠の材料となる鉄線が供与された。その成果として鉄線籠工により多くの河川構造物が施工されている。この技術は低コストの持続可能な防災工法となっている。このように現地の環境にあった適正技術が我が国の協力により開発され実用化されている。
- ② 一方砂防施設整備が十分には進展していない

上流域で生産される土砂は従来と変わらず災害をひき起こしている。ネパールの予算規模が小さいことが制約条件となっている。実効性を確保するためには資金協力が必要である。
- ③ 河道改修に関する調査が資金協力による事業実施に結び付いていない

タライ地域の主要河川についてマスタープラン調査、フィージビリティ調査などの調査が実施された。しかしこれらの調査に続く施設建設に関する資金協力が行われていない。ADB、

WB、インドは調査だけでなく、資金協力による施設建設を行っているのと対照的である。ネパール自国予算による施設建設には限度があり、資金協力によって事業を実施することが必要とされている。

④ 技術者の育成が継続されていない

砂防分野の技術協力により砂防担当組織の能力強化が行われたが、当該分野の砂防技術者の育成システムが不十分であると思われる。継続的に技術者・研究者が育成されることが重要であり、高等教育機関における技術者・研究者育成システム強化に対する協力が有効であると考えられる。

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 数値標高モデル作成に関するドナーからの支援

WBは、現在実施中のDHMへの支援プロジェクト“Building Resilience to Climate Related Hazard”において、当初、主要河川流域の航空レーザ測量による数値標高モデル作成を構想したが、測量局が適切な実施機関であるとの認識から、2河川流域の数値標高モデル作成に留めている。また、ミレニアム・チャレンジ・アカウント・ネパール (Millennium Challenge Account Nepal: MCA-Nepal) では、ネパール電力公社の送電線敷設の支援で、ヘリコプターによるレーザ測量を実施し、送電線沿いの約300kmにわたる数値標高モデルを作成している。

これらはプロジェクトに付随して局所的に数値標高モデルを作成するものであり、ドナーによる広域の数値標高モデル作成計画は確認できず、利用機関は本プロジェクトによる数値標高モデル作成に期待を示している。

1-4-2 洪水対策に係るドナーからの支援

洪水対策施設に関するネパールの自国予算は日常の施設維持管理と小規模施設建設に限定され、大規模事業はドナーからの支援によって実施されている。各ドナーからの支援の内容を表1-15に示す。

表 1-15 洪水対策に関するドナーからの支援

1. インド								
バグマティ川の堤防の延長 (Extension of embankments along Bagmati River)								
実施機関：ネパールーインドジョイントチーム及びネパール水害管理部第3事務所								
報告書作成年月：2011年8月								
内容：インドの資金支援により2011年8月までにバグマティ川について、以下の構造物が建設され、また建設予定とされた。総経費は約18.7億NPR。このうちインドによる支援額約16.5億NPRは全工事費の約88%に相当する。								
表 構造物整備の内容								
場所	左岸				右岸			
	築堤	水制	護岸	樋管	築堤	水制	護岸	樋管
実施済	16.6 km	8基	900m	2基	8.4 km	8基	600m	6基
実施中	14.9 km 25.8 km 改修	—	—	4基	20k m 改修	4基：改修	—	—
実施予定	25.4 km 改修	—	—	3基	48.1 km 改修	—	—	2基
合計	31.5 km 51.2 km 改修	8基	900m	9基	8.4 km 68.1 km 改修	8基 4基改修	600m	8基

2. ADB
a) バグマティ川流域改善計画 (Bagmati River Basin Decision Support System)
調査終了年月日：2018年6月15日 実施機関：水資源・エネルギー委員会事務局 内容：バグマティ川流域における、洪水予報システム、水質モニタリングシステム、統合的流域開発管理計画の策定 実施状況：検討中
b) タライ地域水資源プロジェクト(Grant 0299-Water Resources Project Preparatory Facility)
調査終了年月日：2016年5月 実施機関：灌漑省水害管理局 内容：タライ地域の6河川について洪水対策が策定された。6河川のうち、タライ地域東部の河川はピリン、マワ・ラトウワ、ラカンディの3河川が選ばれた。構造物対策は築堤、水制、砂防ダム、植生工法を含む。非構造物対策は予報警報システム(EWS)と避難所である。 実施状況：現在水資源省灌漑局がADBの資金により実施中である。対象河川は7河川となった。3河川については詳細設計が終了、4河川に関して今後詳細設計を実施予定である。洪水対策と開発計画が盛り込まれている。デジタルハザードマップ(DHM)は非構造物対策の基本となる。DHMが作成されてから、EWS、避難施設の計画が策定され、NGOによるコミュニティへの教育、など参加型プロジェクトが実施される。しかし本調査が実施された2019年9月時点ではNGOは選定されていない。
3. WB
気候変動に関連する災害への強靱性強化プロジェクト プロジェクト No. 127508 (Build Resilience to Climate Related Hazards to Nepal', with project no. 127508)
世界銀行の資金と技術協力では、DHMの官舎の建設、気象・河川水位観測所の設置、観測データの分析による気象予報と洪水予測体制整備、などを実施中。協力内容は以下のとおり。 ① 気象観測所 88カ所。データ観測は自動的に水文気象局オペレーションセンターのITシステムに伝達。 ② 河川水位観測所 70カ所。データ観測は自動的に水文気象局のITシステムに伝達される。 ③ オペレーションステーション(カトマンズ) ④ 落雷観測所 9カ所 ⑤ 通信システム及び高性能コンピューターの機材整備 ⑥ 以上を利用した気象予測モデル構築システム(3日前) ⑦ そのほか：Nature Framework Climate Service (NFCS)の実施、TVスタジオモニタリング、天候と気圧に関するキャリブレーション研究所

出典：調査団

1-5 当該セクターの実施中のプロジェクト

2019年よりタライ地域の西側において、ネパール政府自己資金による数値標高モデル整備プロジェクトが実施されている。このプロジェクトは、ネパール全土の数値標高モデルを航空レーザによって整備する計画の最初のプロジェクトとして位置づけられている。対象面積は約20,000km²で、メッシュ間隔1mの数値標高モデル及び同時撮影する空中写真によるGSD15cmのオルソ画像が整備される。実施されているプロジェクトの数値標高モデル及びオルソ画像の仕様を表1-16に示す。プロジェクトは2019年7月より開始され、2020年9月までの約15カ月で計画されている。航空レーザ計測はネパール国外の企業が実施し、データ処理は測量局内の一角を改装した作業場で行われる。また作成するオルソ画像を利用した1:5,000の地形図作成も計画されている。

タライ地域西側プロジェクトが先行で始まっているため、本プロジェクトでは作成データ仕様について同等の品質であることと、整備範囲の接合及びデータの整合性が求められている。したがって、本プロジェクトの作成データ仕様は、タライ地域西側プロジェクトの仕様(計測密度、数値標高モデルメッシュ間隔、GSD、高さ及び水平精度など)と同一とした。ただし、ネパールには作業工程ごとに作業方法や使用機材を規定し、点検測量や精度管理方法を規定したものがないため、作業工程及び手法については、日本の公共測量で使われている「作業規程の準則」(平成

20年3月31日 国土交通省告示 第413号、一部改正 平成28年3月31日 国土交通省告示 565号)を準用して実施する。

表 1-16 タライ地域西側プロジェクト作成データ仕様

項目	仕様
対象面積	約 20,000km ²
数値標高モデル	標高モデル種別：DTM (Digital Terrain Model) 及び DSM (Digital Surface Model) メッシュサイズ：1m データフォーマット：img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
オリジナルデータ	計測点密度：4 点以上/m ² 標高精度：±0.25m 以下 (平均二乗誤差) 全パルスのデータ及び反射強度データを含む データフォーマット：las (バージョン 1.1)
等高線データ	主曲線間隔：50cm データフォーマット：shp 形式
空中写真データ	4 バンド (R,G,B,IR) 外部標定要素含む データフォーマット：img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
正射変換空中写真データ	4 バンド (R,G,B,IR) 地上画素寸法：15cm 水平精度：±0.10m データフォーマット：img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
オルソ画像	4 バンド (R,G,B,IR) 地上画素寸法：15cm 水平精度：±0.10m データフォーマット：img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
報告書	現地測量結果、航空レーザ測量結果、空中写真撮影結果、飛行データ保管報告 (FDS：Flight Data Storage) を含む データフォーマット：doc 形式/pdf 形式
航空レーザ計測及び撮影計画図	データフォーマット：shp 形式
標定図	データフォーマット：shp 形式

出典：調査団

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

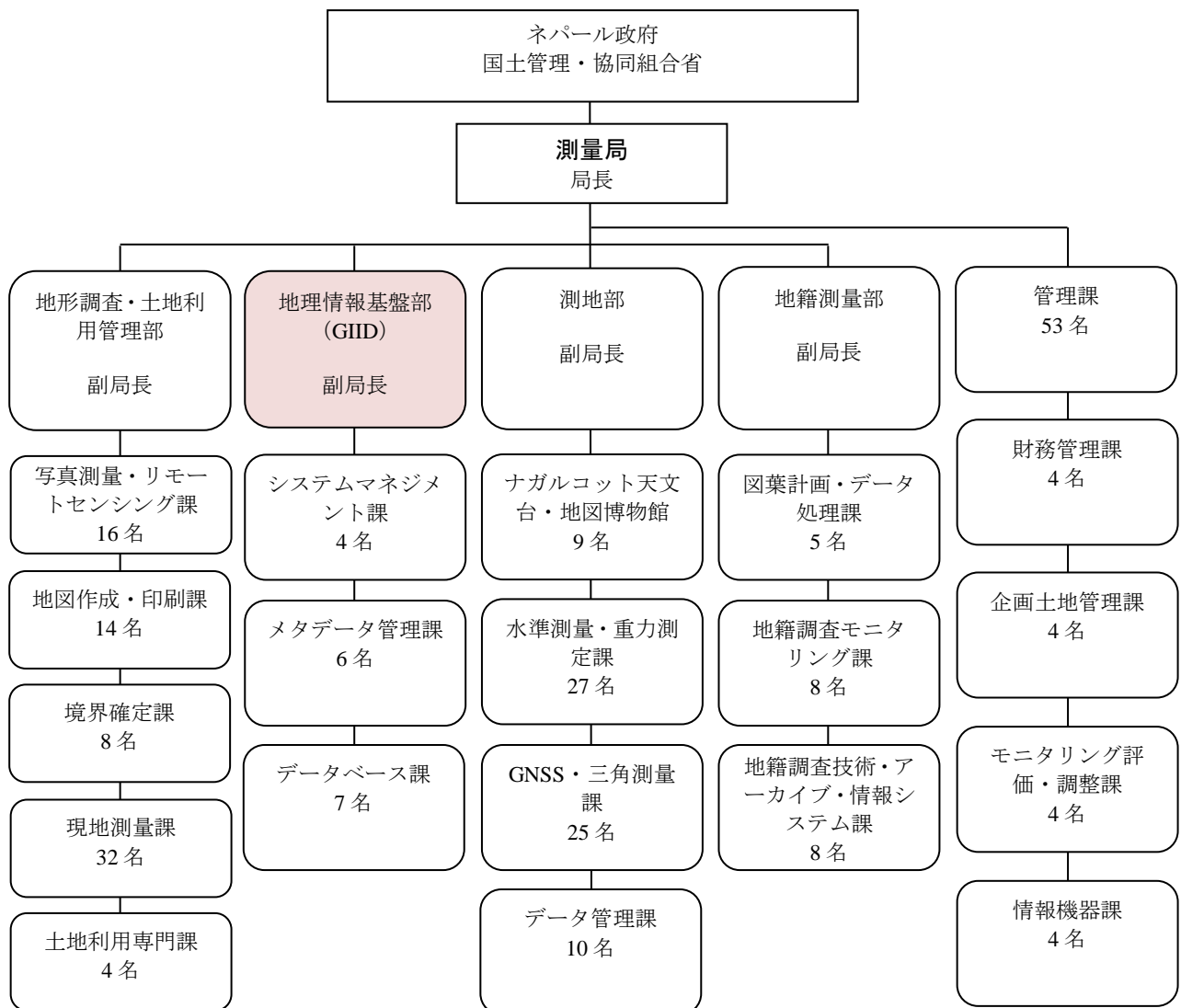
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は国土管理・協同組合省であり、実施機関は測量局である。測量局の組織図及び人員配置図を図 2-1 に示す。

測量局全体の構成人数は 256 人で、本プロジェクトの担当部署である GIID はシステムマネジメント課、メタデータ課及びデータベース課の職員 18 名から構成されている。GIID は測量局の提供する成果のデジタル化に伴い新設された部署であり、若い技術者が中心の職員配置となっており、今後も新しい取組を担う部署であると推察される。



出典：測量局 Web サイトより調査団作成

図 2-1 測量局組織及び人員配置図

2-1-2 財政・予算

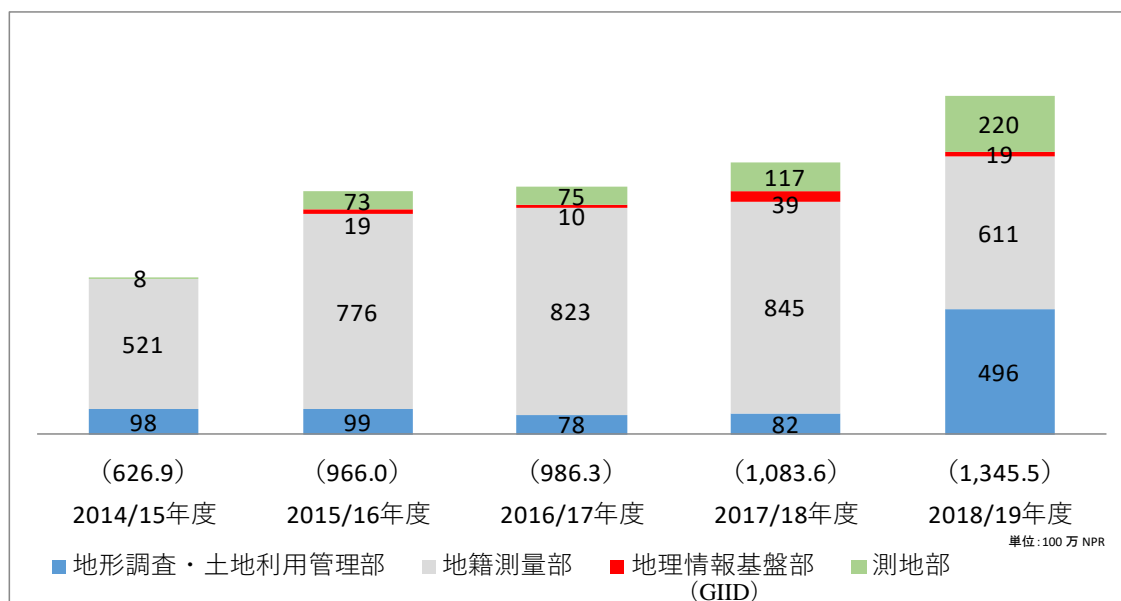
測量局の予算は、表 2-1 に示すとおりである。その内容は図 2-2 に示すとおり年々増加傾向にあり、特に 2017/18 年度から伸びが顕著になっている。これは、ネパール政府が 2017 年 10 月に「災害管理法」を制定し、2018 年 6 月に同法に基づく「災害リスク削減方針及び災害リスク削減戦略」を策定し、洪水ハザードマップの整備を通じた災害リスクの低減を目的として掲げており、目的に沿った予算の推移である。

表 2-1 測量局財務状況(過去 5 年)

[単位：100 万 NPR]

No.	部 署	会計年度 2014/15		会計年度 2015/16		会計年度 2016/17		会計年度 2017/18		会計年度 2018/19	
		予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出	予算	支出
1	地形調査・土地利用管理部	98.1	82.4	98.8	80.3	77.8	72.9	82.4	109.6	495.7	288.6
2	地籍測量部	521.1	408.2	775.9	570.3	823.4	689.6	844.6	581.8	610.7	465.1
3	地理情報基盤部 (GIID)	—	—	18.7	14.2	10.4	9.6	39.2	27.2	19.0	17.2
4	測地部	7.7	53.7	72.5	57.9	74.7	61.4	117.4	102.6	220.2	181.1
合 計		626.9	544.3	966.0	722.7	986.3	833.5	1083.6	821.2	1345.5	952.1

出典：測量局年次報告



出典：測量局年次報告より調査団作成

図 2-2 測量局の部署別予算割合(過去 5 年)

2-1-3 技術水準

測量局は国土基本図などの地図作成業務、地籍測量や基準点の整備などの測地業務を担っている部門であり、衛星画像より 1/25,000 デジタル地形図の更新、GNSS 測量機を利用した基準点の整備等を職員自ら行っている。このことから、測量局の技術水準は一般的な測量を実施する能力は十分にある。なお、第 1-1-3 項で述べた通り、デジタルデータ指令により、測量局は既に既存デ

デジタル地図データの外部への提供は実施しており、他機関への配布を行う体制も整っている。また、タライ地域西側で本プロジェクトと同様の数値標高モデル作成が進捗している。このことから、本プロジェクトを実施する能力及び体制は整っていると考える。

しかし、本プロジェクトの調達物である数値標高モデルについては、測量局による作成実績はなく、数値標高モデルの運用、維持管理について経験が不十分であり、今後の利活用において支障が生じる懸念がある。したがって、測量局において数値標高モデルの活用及び維持管理等の修正を行う事が出来るように、機器の整備やソフトコンポーネントを通じた数値標高モデルに関する技術指導を行う必要がある。

本プロジェクトに関連する個別技術の現状については、以下のとおりである。

(1) 数値標高モデル

ネパールにおける数値標高モデルデータの取得・作成状況については、FRTC がフィンランドの支援でバイオマス把握を目的として航空レーザ測量による森林の数値標高モデルの整備を部分的に実施した。また、ネパール電力公社 (Nepal Electricity Authority) が MCA-Nepal の支援で、送電線敷設計画ルート沿いに航空レーザ測量による数値標高モデルの整備を実施した。そのほか DWIDM (ADB 支援)、DHM (WB 支援)、ネパール電力公社等で、衛星データから作成された実績がある。

測量局は本プロジェクトにおいて、その作業状況の把握、データ取得時の航空機への乗機、取得データの加工・処理についての技術取得などを要望している。また、西側先行プロジェクトでは、測量局の GIID 内に作業スペースを確保して、PC、オペレータを配置、データ処理を実施する仕様となっている。

(2) 座標変換

ネパールでは準拠楕円体として Everest1830 (1956)を採用しており、GNSS 測量から得られる WGS84 座標系では WGS84 楕円体が用いられている。また、投影座標系としては Modified UTM (MUTM)が国家座標系として用いられている。

表 2-2 回転楕円体のパラメータ

回転楕円体の種別	長半径	扁平率
WGS84	6,378,137m	1/298.257222101
Everest 1830 (1956)	6,377,276.345m	1/300.8017

出典：測量局

WGS84 座標系からネパールの国家座標系 (MUTM : Modified Transverse Universal Mercator) への変換には、測量局で認証された表 2-3 の平行移動量の 3 パラメータを用いることとする。

表 2-3 WGS84 から MUTM への変換パラメータ

パラメータ (WGS to MUTM)	シフト量 (m)
X 軸方向	-296.207
Y 軸方向	-731.545
Z 軸方向	-237.001

出典：測量局

(3) ジオイドモデル

標高については、GNSS の楕円体高から正標高に変換するための精密なジオイドモデルがないため、手間と費用のかかる水準測量で決定されている。

ネパールの重力点は、イギリス軍測量部によって 1981～84 年に設置された。トリブバン国際空港に設置された基準重力点は、バンコクからカトマンズ間の 45 点の重力点を繋いで決定され、現在までネパール国内に 375 点の重力点が設置されている。その内、一等重力点は 36 点である。絶対重力測量は、1991 年に Nagarkot で観測が行われ、重力点の値の調整と、将来的な重力値変化の監視に用いられる。また、ネパール西部地形図プロジェクト (Western Nepal Topographic Mapping Project : WNTMP) と東部プロジェクト (Eastern Nepal Topographic Mapping Project : ENTMP) でも GPS 点での重力観測が実施された。

航空重力測量は、2010 年にデンマーク工科大学国立宇宙センター (DTU-Space)、ネパール測量局、米国国家地理空間情報局 (National Geospatial-Intelligence Agency : NGA) によって、6 海里 (約 11km) 間隔で 57 本の飛行により 13 日間で実施された。強いジェット気流と山風、インドからチベットにかけての 400mgal 以上の重力異常にもかかわらず、数 mgal 精度の成果が得られた。ただし、Annapurna と Mustang valley 地区では度々の再測にもかかわらず規定内の成果が得られず、地上重力測量で代替した。これらから第一次ジオイドモデルを算出し、平均 10～20cm の精度が得られたが、インド側と中国側のデータがなく飛行も困難な国境付近では精度低下がみられた²⁷。

今後、さらに他の情報を統合してネパールのジオイドモデルを完成させることとしているが、現状ではジオイドモデルが未完成であるため、本プロジェクトにおいて、対象地域のジオイドモデルの作成も計画した。具体的には、調整用基準点の標高測定のために実施する水準測量の成果と GNSS 測量から得られる楕円体高との差としてジオイド高を決定し、これを補間してジオイドモデルの作成を行う。

2-1-4 既存施設・機材

測量局は現地測量用の機材として、Trimble、Leica、Topcon、Sokkia などのメーカーの GNSS 測量機材、トータルステーション、水準測量機材などを保有している。これらは日本国内で流通している機器と遜色ないものである。一方、地形図などの印刷機材としてドイツ製の 2 色印刷機が今なお使われていた。あまり使用頻度が高くないためメンテナンスは行ってこなかったとのこと

²⁷ “Geoid Determination and Gravity Works in Nepal”, Manandhar N, Nepalese Journal of Geoinformatics, Vol 17, pp 7-13, 2018, (<https://www.nepjol.info/index.php/NJG/article/view/23003/19534>, <https://orbit.dtu.dk/en/publications/geoid-of-nepal-from-airborne-gravity-survey/>)

であった。測量機器は各部署に数台ずつ分散保有されているが、大きなプロジェクトを実施する場合は、各部署から集めて遂行にあたる。例えば GNSS 機材などは 20 セット以上の調達が可能とのことである。

コンピューターに関しては、一般的な汎用コンピューターを利用しており、本プロジェクトの成果品である数値標高モデルを利用した、主題図の作成等をスムーズに行える性能のパソコンは無かった。

2-1-5 関連組織・機関による数値標高モデル利活用体制

(1) 洪水対策に関連する組織・機関

洪水対策に関連する行政機関の構成と活動内容、河川管理上の課題、及び問題解決のための数値標高モデルの必要性について表 2-4 にまとめた。

表 2-4 洪水対策の実施体制と数値標高モデルの必要性

1. 水資源・エネルギー委員会 (Water and Energy Commission Secretariat: WECS)
組織
<p>所属：エネルギー・水資源・灌漑省 Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation (MEWRI) に直属する。同省は業務実施部局としてエネルギー局と水資源・灌漑局の 2 局を有している。</p> <p>人員：要員は全部で 30 名、そのうち Senior Engineer は 6 名、Engineer は 4 名にとどまっている。IT 専門家は 1 名のみである。政策立案のための報告書は外部コンサルタント、国際機関などに外注している。</p> <p>活動：WECS は政策上の助言・支援を大臣に提言する。水資源・灌漑局に関しては、政策レベルにおける流域計画の立案を WECS が行い、その実施は各局が行う。</p>
東部タライ地域における河川管理上の課題
<p>・河床の上昇による洪水リスク</p> <p>上流山地から運搬された土砂が堆積して河床が上昇しており、河床高が周辺地盤より高くなっている。実際にコシ川では 2008 年に堤防が破堤して数千 ha の周辺の土地が洪水・土砂被害を受けた。この対策として上流山地に砂防ダムの必要が生じている。洪水の際には本川だけでなく支川に背水の影響をもたらす。従って本川だけでなく、支川にも警戒水位を設定する必要がある。洪水が氾濫原を流下すると道路盛り土が氾濫水の流下を妨げる。そのリスクも調査・分析する必要がある。非構造物による洪水対策のためには、洪水発生リスクのある地域をあらかじめ知る必要がある。</p> <p>・洪水対策 -洪水対策と水資源開発を一体化した多目的遊水地の構想-</p> <p>洪水対策の一案としては、遊水地を整備する方法が考えられる。遊水地は洪水時の河川の流水を一時的に氾濫させる土地のことで、下流の水害を軽減する効果がある。地下水涵養の効果もあるので、乾季の水需要対策としても有効である。タライ地域は南北 40km に広がり、その標高差はわずか 30m である。タライ地域の南側の水の集まり易い低地に遊水地を整備し、これを、ソーラーを動力としたポンプで地域の北側に圧送すれば、その水を灌漑、電力、家庭、農業、商工業等の水需要に充てることができる。また、淡水魚の養殖への利用や、遊水地に飛来する野鳥を観光資源とする効果も期待できる。</p>
河川管理上の課題と詳細数値標高モデルの必要性
<p>詳細数値標高モデルで正確な標高情報が得られれば、それを利用して洪水ハザードマップの作成、精緻な洪水対策の立案・実施が可能である。タライ地方では遊水地を利用した水資源開発、灌漑水路建設なども計画されており、数値標高モデルはこれらの計画立案・実施にも活用できる。</p>
2. 水害管理部 (Water Induced Disaster Management Division: WIDMD)
組織
<p>所属：エネルギー・水資源・灌漑省 (Ministry of Energy, Water Resources and Irrigation: MEWRI) の水資源・灌漑局 (Dept. of Water Resources and Irrigation: DWRI) に属する。</p> <p>人員：現在の技術スタッフは約 200 名。地方分権化のため、中央政府の熟練技術者は地方政府に異動されている。</p> <p>現在、中央政府の職員・技術者が不足している。人材不足を研修による能力強化で補う必要がある。</p> <p>活動：WIDMD は水害の構造物対策を担当している。年間予算は約 2.5 億 NPR。ただし地方の河川管理事務所予算は別途計上されている。</p> <p>河川管理事務所：水害管理部の下に国内には河川管理事務所が設置されている。(そのうち今回の調査ではバ</p>

グマテイ・ラルバカイヤ河川管理事務所およびコシ・バクラハ河川管理事務所を訪問した。)
東部タライ地域における河川管理上の課題
<p>東部タライ地域では洪水対策のための構造物対策を行っている。しかし洪水対策上の課題インベントリーがないため、まずその作成が必要とされている。対策は小河川から開始することが構想されている。ネパールでの構造物対策はタライ地域に集中している。また、河川改修は堤防と鉄線籠による護岸・水制の整備が主体となっている。</p> <p>上流域については木材需要・土地利用のため森林が伐採されており、地質が脆弱なチュリア山地では土砂がタライ地域に流出している。このためタライ地域の河川では土砂災害と河床上昇の問題が発生している。この対策として砂防ダムを上流に整備する必要があるが、技術者だけでなく、予算も不十分な状況である。</p> <p>構造物の設計はインドあるいは英国の設計基準を参考に行っている。タライ地域はインドに自然条件が類似しているため、インドにおける基準はネパールに適用しやすい。WECS が河川改修のネパール技術基準を作成している。WECS は計画規模を検討し、その流量に基づいて構造物を設計するという手順を踏んでいる。</p> <p>現在進行中のプロジェクトとして、コシ河道改修（インドとの協働）、6 河川ハザードマップ（ADB）、などがある。</p>
河川管理上の課題と詳細数値標高モデルの必要性
<p>詳細数値標高モデルはタライ地域でのハザードマップの作成、河道特性の解析に使用できる。タライ地域の土砂堆積の情報は正確に把握しなければならず、現在得られる衛星データから作成する 90m メッシュ数値標高モデルよりもっと細かいメッシュが必要である。</p>
3. バグマテイ・ラルバカイヤ河川管理事務所
組織
<p>人員：所長、エンジニア 3 名、survey engineer 2 名、そのほか administration, accountant, driver などスタッフは合計 11 名、車両 2 台。</p> <p>活動：年間予算は 2 億 NPR。そのうち 4% が人件費、残り 96% が事業費。ラル・バカイヤ川とバグマテイ川が担当する主要河川。</p>
河川管理上の課題と詳細数値標高モデルの必要性
<p>バカイヤ川、バグマテイ川ともに河床の上昇と流路変動の問題がある。河床が上昇したために、洪水が堤防を越流して破堤している。河床の上昇を詳細に把握するためには 1m メッシュの数値標高モデルが必要である。また、現時点の状況を精緻に把握した大縮尺基本図が必要である。バグマテイ川の地形情報については、20 年前に地上測量で作成されており、あらたに詳細数値標高モデルが作成できれば 20 年前と現在の状況を比較できる。それをもとに河床上昇の実態を把握し、問題解決のプロジェクトを実施したい。また、今回作成する数値標高モデルにより、500m ピッチで河川横断図を作成したいとの期待が示された。</p>
4. コシ・バクラハ河川管理事務所
組織
<p>人員： Project manager 以下、engineer 3 名、survey engineer 5 名、accountant officer 1 名、administration staff 1 名、drivers 2 名、IT engineer 1 名、合計 14 名、車両 2 台</p> <p>活動：この事務所は 1 年前に新設された。事務所は民家を借り上げの仮住まい。2018 年度予算は 1.5 億 NPR。今年度予算はさらに少なくなる。管理下にある 5 河川のマスタープランの開始が予定されている。内容は河岸浸食対策が中心となる。マスタープランの実施が始まると予算が増加する。</p>
河川管理上の課題と詳細数値標高モデルの必要性
<p>多くの河川では水位観測が不十分である。そのため洪水予警報システムの整備が不十分である。タライ地域ではすべての河川に予警報体制が整備されているわけではない。洪水警報システムの整備は DHM の仕事となる。</p> <p>現場を担当する河川管理事務所の課題としては鉄線籠の材料となる玉石が不足していることがある。この代替材料を検討する必要がある。現在 UV protected Geo-Bag が開発され、これを使用するようになった (UV:ultra-violet rays)。これはサンドバッグであり、中身は河床で得られる土砂を使用する。このサンドバックをネットで覆う。</p> <p>詳細な数値標高モデルがあればこれを構造物対策に利用できる。河床上昇が激しいので、数値標高モデルがあればそれを基準値として将来も河床上昇の観測を行うことができる。また今後灌漑計画を策定する際にも数値標高モデルが必要となる。タライ地域の灌漑率は 30% であり、70% は天水である。</p>
日本からの協力への要望
<ol style="list-style-type: none"> 1) 上流山地部での植林と砂防・治山 2) 将来の結果についての調査：このままの状態が継続すると 50 年後には土砂堆積によってもたらされる災害が発生するのは必至である。50 年後にはタライ地域は人の住まない地域となる。この状況を報告書にまとめ、将来リスクを明らかにしていきたい。
5. 水文気象局 (Department of Hydrology and Meteorology : DHM)
組織

<p>所属：環境・科学・技術省（Ministry of Environment, Science and Technology）</p> <p>人員：技術スタッフ、事務スタッフ合わせて総職員数は200名であるが、水文・水理解析の専門性を有する職員の数が不十分である。水文気象局で優秀な技術者は他の条件の良い機関に流出する現実があり、人材補充がおいつかない。</p> <p>活動：気象・河川水位観測所はネパール全国に約900カ所設置されているが、大部分がマニュアル式のデータ収集システムとなっている。これら観測所位置はウェブで公開されている（dhm.go.np）。上流での水位・雨量データを解析し、下流のハザードマップから洪水被害の生じる地域を予測して洪水予警報を发出している。現在世銀による観測所新設とデータ解析に関する技術協力がおこなわれている。</p>
<p>洪水予報警報の課題</p> <p>現在 DHM では 1/25,000 地形図の 10m 間隔等高線をデジタル化して数値標高モデルを作成・使用している。東部タライ地域では、衛星データを用いて Koshi 川の数値標高モデルを世銀の支援で作成している。ADB では West Rapti 川などで数値標高モデルを作成している。</p> <p>より精緻な数値標高モデルがあれば洪水氾濫解析も正確となり、洪水予警報が正確となる。救助隊のオペレーションでも、危険地域の特定や避難所の候補選定には正確な数値標高モデルが必要である。</p>
<p>詳細数値標高モデルの必要性</p> <p>上記課題の解決には 50cm 間隔の等高線、1 m メッシュの数値標高モデルが必要である。タライ地域は平地であるため、1m メッシュの詳細度と、鉛直誤差 20cm 以下が必要であり、日本の協力により精緻な仕様で数値標高モデルが整備され、氾濫解析に使用可能となることが期待されている。タライ地域では氾濫原に多くの人が住んでおり、この人々の生活が危惧されている。一方山岳地では土砂災害、地滑りの予測が必要とされている。そのためにも数値標高モデルが必要であるが、その精度についてはメッシュ間隔 1m 以上で十分である。</p>
<p>6. 災害管理部（Disaster Management Division : DMD）</p>
<p>組織</p> <p>所属：Ministry of Home Affairs（内務省）</p> <p>活動：内務省の部局として国の防災政策を主管している。次項で述べる NDRRMA をはじめとする実施官庁の政策を決定する機関となっている。</p>
<p>7. 国家防災対策庁（National Disaster Risk Reduction and Management Authority : NDRRMA）</p>
<p>組織</p> <p>防災政策・戦略は専門委員会で立案されており、その政策・戦略の実施官庁として NDRRMA が設置された。既存の国家復興庁（National Reconstruction Authority）は復旧のみを実施しているが、NDRRMA は事前の訓練、減災、防災の部分を充足し、さらに緊急対応、復旧、改良復旧も含めた災害のすべてのフェーズに対応できる強い権限を持つ国家組織として確立されている。防災については水害、疫病（epidemic）など 11 種の災害が対象となるが、NDRRMA が災害に関連するすべての省庁を統括し、法律・政策面で各省を把握する。2019 年 9 月現在で CEO を人選中である。</p>
<p>8. 国家災害緊急対応センター（National Emergency Operation Center : NEOC）</p>
<p>組織</p> <p>所属：Ministry of Home Affairs（内務省）</p> <p>活動：災害発生直後からの緊急的対応について、州、郡、市町村、コミュニティの各レベルの災害緊急対応センターを統括する。</p>
<p>詳細数値標高モデルの必要性</p> <p>今回の調査でヒヤリングを行ったシャンプーセンター長（次官補・センター長：Under secretary and Chief of NEO）の数値標高モデルの活用に関する認識は以下のとおりであった。</p> <p>数値標高モデルにより、より正確な浸水地域の予測が可能となり、救援活動の助けとなる。浸水危険地域があらかじめ予測できれば、救援活動を効率的に行うことが可能となる。正確なハザードマップがあればリスクを正確に把握して迅速な対応が可能となり、被害を減らすことができる。</p>

出典：調査団作成

(2) 洪水対策以外の組織・機関

洪水対策以外で数値標高モデルの活用が期待される行政機関の活動内容や必要な数値標高モデルの仕様および期待される利活用について表 2-5 にまとめた。

表 2-5 洪水対策以外の組織による数値標高モデルに必要な仕様と活用への期待

<p>1. 水資源灌漑局の灌漑プロジェクト部門（Irrigation section, Department of Water Resources and Irrigation : DWRI）</p>
<p>組織概要</p> <p>DWRI は近年灌漑部門と DWIDM が合体して誕生した局で、エネルギー・水資源・灌漑省（Ministry of Energy, Water</p>

<p>Resources and Irrigation : MoEWRI) に属している。DWRI の目的は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大規模灌漑計画の計画と実施。灌漑には多目的、貯水池、貯水池間の水移送を含む。 ・水資源を最大限に利用して灌漑部門の持続的開発と拡大を図る。 ・灌漑と水害管理用に設計された大規模構造を適切にメンテナンスし年間を通して持続的な灌漑を提供する。 ・水害から居住地、農地、インフラを守る。 ・灌漑のために表層水と地下水を利用する。 ・災害を最小化するために河川や貯水池を管理する。 ・水の危機管理と水資源・灌漑開発のための組織整備と技術職員の能力を強化する。 ・河川管理を通じたリスクのない耕作地の適切な利用を促す。
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>DWRI は、タライ地域において灌漑面積を年間 22,000~30,000 ha 拡大している。灌漑計画には、1/5,000 の大縮尺地形図が必要であり、その場合の等高線間隔は 0.5 m、高さの誤差の許容値は 30 cm とされている。</p> <p>Bheri~Babai の流域変更とそれに付随する灌漑事業では、航空レーザ測量により 1 m メッシュの数値標高モデルを整備した実績を有している。ただし、その時点での技術的制約により、必ずしも十分な結果は得られなかったとのことである。</p> <p>本プロジェクトで作成される数値標高モデルは、灌漑計画の際に作成する大縮尺地形図に必要な高さ精度を満たしている。加えて、現在のタライ地域における灌漑面積拡大の状況から考えると、数値標高モデルの活用可能性は高い。</p>
<p>2. 道路局 (Department of Road : DOR)</p>
<p>組織概要</p> <p>道路局はインフラ交通省 (Ministry of Physical Infrastructure and Transport : MoPIT) に属し、「国の統合と社会経済発展のための道路管理」をビジョンとし、費用対効果が高くかつ効率的で信頼できる道路ネットワークの建設を通じて、安全な公共道路インフラサービスを提供し、持続的な経済社会開発の達成に貢献することを目標にしている。</p> <p>これらのビジョン、目標の下に、長期計画 (2014-2021) (Priority Investment Plan : PIP) に基づいて道路建設、改修を実施している。</p> <p>なお、道路建設・改修に伴う測量作業はすべて外注で実施している。</p>
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>道路建設や改修の際には最初に地形図をもとに検討を行う。それには測量局の 1/25000 地形図を使っている。詳細設計の際には、1/250 で等高線間隔 25cm (タライ地域) ~1m (丘陵・山岳部) の地形図を作成する。作成方法はトータルステーションによる地上測量である。また、ドローンによる詳細設計用の測量を実施した例もある。</p> <p>高さ精度 30cm の数値標高モデルでも平地での詳細設計用には不十分であるが、道路管理用に GIS を用いて情報管理をしており、詳細な数値標高モデルがあると、それに地質的な情報等も加えて、災害対策に活用できるので、有効活用が期待できる。例えば、大きな河川は北から南へ流れるが、小河川の中には南から北へ流れるものがあり、数値標高モデルで微地形が分かれば、水の流れを正確に把握できることなどがあげられる。</p>
<p>3. 森林研究訓練センター (Forest Research and Training Centre : FRTC)</p>
<p>組織概要</p> <p>森林研究訓練センターは、森林環境省 (Ministry of Forests and Environment : MoFE) に属し、以下を目的としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林に関する科学的研究と測量 ・国レベルの森林インベントリーと森林資源データベースの整備 ・森林被覆図と森林図の作成 ・森林関係者を対象とした森林資源管理に関する訓練の実施 <p>センターには Forest Survey、Training、Forest Research の 3 部門あり、職員数約 70 名、うち技術者は約 30 名である。地図関係では、国際総合山岳開発センター (ICIMOD) と連携して 2000~2018 年の土地被覆変化をランドサット画像から作成している。また、県レベルの森林被覆図をインターネットで公開している。</p>
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>森林研究訓練センターは、地上バイオマス量 (Above Ground Biomass : AGB) を求める活動を行っている。そのための手法の一つが航空レーザ測量である。航空レーザ測量により樹冠高さモデル (Canopy Height Model : CHM) を作成し、標高 5,000 m 以下の全国に設けられた森林モニタリングのための半径 20 m の円形の形状の固定区画 (Permanent Sample Plot : PSP) により、モデルの精度を確認するという手法である。</p> <p>過去にフィンランドの支援で航空レーザ測量を実施したことがあるが、0.8 pt/m² の点群密度であったため PSP との相関が悪く満足いく結果が得られなかった。このため、AGB を精度良く求めるためには 4 pt/m² の点群密度が必要であるとしている。</p> <p>また、MCA-Nepal の支援でネパール電力公社が水力発電所からの送電線の新設のために、ヘリコプターによる</p>

<p>全長 300 km の航空レーザ測量を実施している。環境影響評価（Environment Impact Assessment : EIA）について、森林環境省の理解が必要なこともあり、最終的に航空レーザ測量原データは森林研究訓練センターに渡されることである。この航空レーザ測量は 8 pt/m² の点群密度であり、森林研究訓練センターではその活用による AGB 算定を期待している。</p> <p>4 pt/m² の点群密度で航空レーザ計測が行われれば、AGB 算定に活用されると期待できる。ただし、森林訓練管理センターには、航空レーザ計測データを解析し CHM を作成する能力がないため、ICIMOD などその能力のある機関との連携が必要である。</p>
<p>4. 鉱山地質局（Department of Mines and Geology : DMG）</p>
<p>組織概要</p> <p>鉱山地質局は商工供給省（Ministry of Industry, Commerce and Supplies : MoICS）に属し、地質的研究、鉱物資源の研究と開発を体系的に行う唯一のネパール政府機関である。その主な活動は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球科学的な調査研究 ・工学的、環境的な地質研究とハザード評価 ・地震テクトニクス研究と地震モニタリング ・鉱物の探査・評価と関係産業の振興及び鉱物・鉱山関係規定・規則の施行 ・石油と天然ガス探査
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>水力発電所や下水処理場の建設及びゴミ捨て場や建設資材採取の適地選定などに係る地質的な調査の際に、詳細な数値標高モデルが重要である。地質図については 1:50,000 で作成しているが、それはベースとなる地図の縮尺に規定されるという面がある。データがあればどんな縮尺でも調査結果を表現でき、ベースとなる地図が詳細になれば、地質図を詳細にするニーズが出てくる。特にプロジェクトベースの地図ではそうした傾向があることである。</p> <p>今後タライ地域でのプロジェクトがあれば、本プロジェクトで作成される数値標高モデルの活用は十分期待できる。</p>
<p>5. トリブバン大学地理学部（Central Department of Geography, Tribhuvan University）</p>
<p>組織概要</p> <p>トリブバン大学が創立された 1959 年の翌年に地理学部が設立。1994 年には UNEP の支援で GIS とリモセンの部門が設立された。学部レベルの地理学科は、全国に 25 校が分散しており、カトマンズの地理学部は修士コース（20 名）と博士コース（25 名）を提供している。講師陣は教授 5 名、助教授 4 名、講師 2 名の合計 11 名である。ネパール政府の地図委員会は測量局などにより構成されるが、学部長の Koirala 教授もそのメンバーの一員となっている。</p> <p>国家土地利用プロジェクトでは測量局に協力している。国際的には、英国の大学と氷河湖決壊による洪水（GLOF）の研究を行っているほか、我が国の北海道大学、UNDP、UNEP、ICIMOD、中国などとの共同研究の実績がある。</p>
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>これまで土壌浸食の解析等に SRTM（30m）、WORLDDDEM（12m）や測量局の地形図の等高線から作成した数値標高モデル（20m）を利用してきた。大学なので研究テーマに制限はなく、地形による水害のリスクを踏まえた土地利用計画や居住地計画、灌漑計画、洪水解析、洪水予報、洪水に強い農業などさまざまなテーマに詳細な数値標高モデルの必要性を強調し、数値標高モデルが容易に入手できる環境ができることを希望している。</p> <p>大学での研究テーマは多岐にわたり、数値標高モデルを活用した経験も十分に有していることから、無償若しくは安価に数値標高モデルを提供できれば、活用の可能性は極めて大きい。</p>
<p>6. 国際総合山岳開発センター（ICIMOD）</p>
<p>組織概要</p> <p>ICIMOD は、ヒンドークシュ・ヒマラヤ周辺各国（アフガニスタン、バングラデシュ、ブータン、中国、インド、ミャンマー、ネパール、パキスタン）をメンバー国とする政府間知識共有センターである。本部はネパール・カトマンズに所在し、脆弱な山岳地の生態系や山岳民の生活にグローバル化や気候変動が影響を与えていることを踏まえ、上流・下流問題に取り組みつつ山岳民がこうした変化を理解し、適応し、新しい活動機会を創出する上での支援を目的としている。</p> <p>活動としては、「生活」、「生態系」、「水と空気」、「地理空間情報」での専門的知識を核に「適応と復元力構築」、「国境を越える景観・地勢」、「河川流域と氷圏」、「大気」、「山岳環境地域情報システム」、「山岳知識と行動ネットワーク」の諸課題に取り組んでいる。</p> <p>メンバー国ばかりでなく、欧米各国や国連諸機関を始めとする国際機関とも資金面を含め活発に連携している。</p>
<p>必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待</p> <p>従来は、30 m 解像度の SRTM や MERIT DEM（90m）、AW3D（5 m）等の数値標高モデルを用いて、洪水氾濫計算、土砂災害解析等を実施してきた。より詳細な数値標高モデルによりこれらの解析をより高精度化し、例えば、</p>

降雨データ等と併せて、現在は研究レベルである氾濫域の予測の精度を高め警報をタイムリーに発するなど、実用レベルまで引き上げることが可能となる。また、航空レーザ測量の原データを解析することにより森林バイオマスの推定にも活用できるとしている。その際の原データの点群密度は4 pt/m² あれば可能としている。

ICIMOD は研究能力が高く活発な活動を実施していることから、本プロジェクトで作成される数値標高モデルの活用は確実である。ただし、森林バイオマスの算定には原データを公開する必要がある。

7. 民間部門

概要

ネパール国内には職員数十名規模の測量・地図作成・設計コンサルタントが10社以上存在している。最近ではドローン測量に取り組むコンサルタントも現れている。航空レーザ測量のデータ取得を実施できる社は皆無であるが、フィルタリングなどのデータ処理を行える会社が1社存在する。

必要な数値標高モデルの仕様と活用への期待

これまで航空レーザ測量による詳細な数値標高モデルの作成は、プロジェクトベースで散発的に行われてきている。航空レーザ計測はすべてネパール国外のコンサルタントが実施しており、国内コンサルタントは主に、地上基準点測量や航空レーザ計測を行うにあたっての各種行政手続きを担当してきた。

詳細な数値標高モデルが利用できるようになれば、高解像度衛星画像からのオルソ画像の作成や、各種地図作成作業の省力化や高精度化が期待できる。その一方でそれが現実となるようなデータ価格設定などの環境整備を必要としている。

大学の場合と同様に、無償若しくは安価に数値標高モデルを提供できれば、数値標高モデルの処理技術は一般的であることから、活用の可能性は極めて大きい。

出典：調査団作成

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) 電力

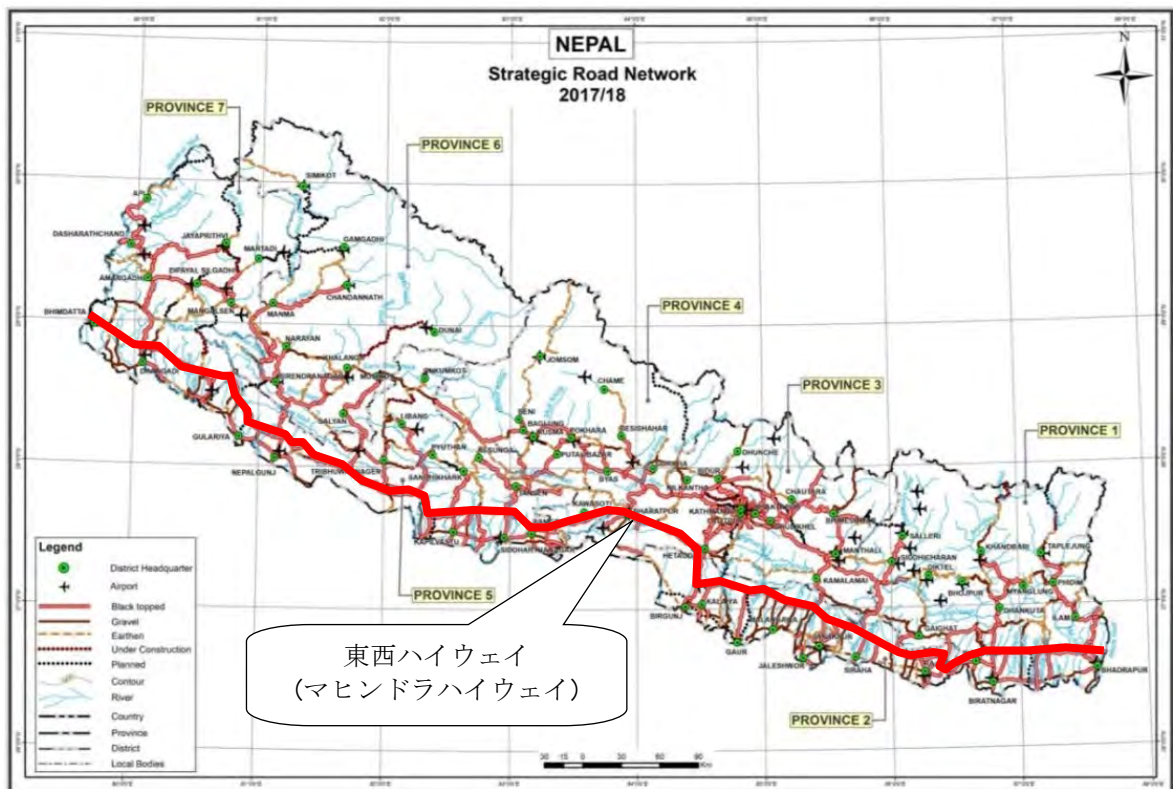
2016年までは政府、公共機関、ホテルなどでも長時間の計画停電があった。現在、計画停電はなくなっており、突発的な停電は時折発生しているが、本プロジェクト遂行に支障をきたすものではないと判断している。なお、本調査の現地調査においても業務への影響はなかった。

(2) 通信

ネパールにおいても一般的に携帯電話が普及している。大手事業者はNDCL、NcellがありSIMカードも空港、街中での購入が可能である。通信状況についても良好である。なお、本調査の現地調査においても、カトマンズ及びタライ地域共に通信状況は良好であった。

(3) 道路

タライ地域は平坦な地形であり、図2-3に示すとおり東西ハイウェイ（マヒンドラハイウェイ）が整備されており、東西ハイウェイを起点とし南北へ道路網が広がっている。本プロジェクトでは計測対象範囲全域にGNSS基準局及び調整用基準点を設けるが、車両で設置場所への移動に支障はないものと判断する。

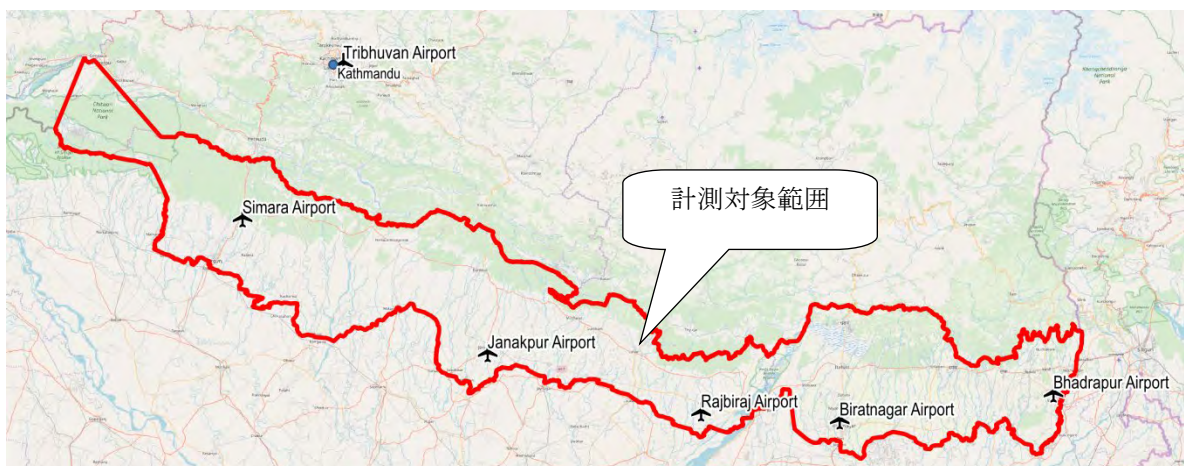


出典： DOR Web サイト²⁸

図 2-3 ネパール道路網図

(4) 空港

本プロジェクトでは図 2-4 に示す地域を対象に航空レーザ計測を行う。計測対象範囲内には、シマラ空港、ジャナクプル空港、ラジュビラジュ空港、ビラートナガル空港、バドラプル空港の計 5 つの地方空港が存在する。これらの地方空港は民間航空会社が就航しており、計測用飛行機の離着陸に支障をきたすような要因は無いものと判断する。



出典：調査団作成

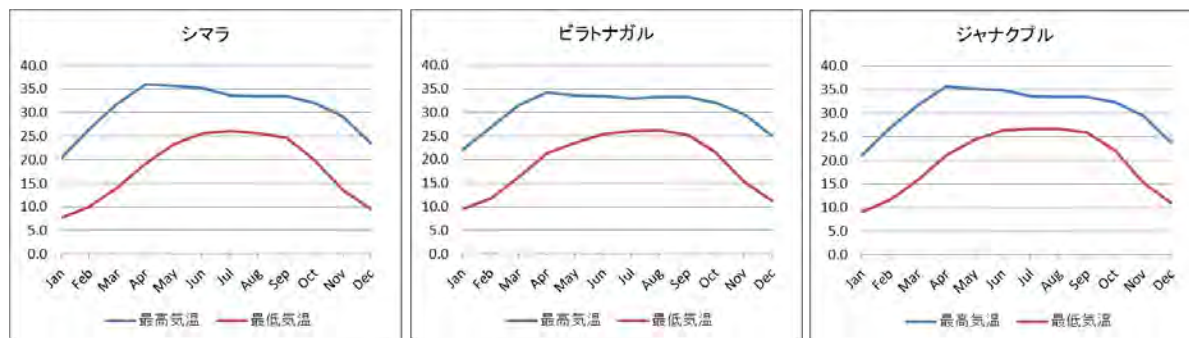
図 2-4 計測対象範囲内の空港

²⁸ DOR Web サイト： <https://dor.gov.np/home/page/ssrn-2017-18>

2-2-2 自然条件

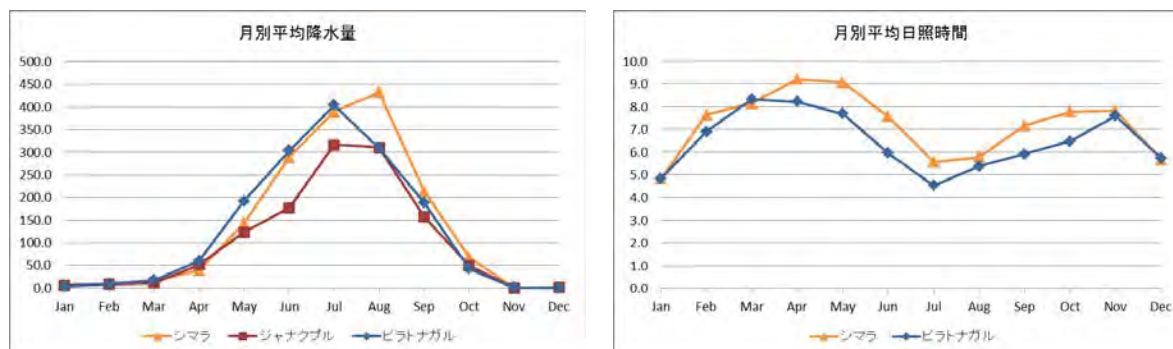
(1) 気象

タライ地域にある地方空港における年間を通じた気象を表したグラフを図2-5及び図2-6に示す。月別平均降水量及び月別平均日照時間から、10月～5月頃までが乾季で雨量が少ない。乾季における日照時間は12月と1月は短くなる。また、地形を計測するのに支障となる樹木の葉、及び耕作地に植生が少ない時期は12月～6月頃までとなる。なお、気象条件及び植生条件を踏まえ計測時期は2月から6月頃までを実施可能期間と想定した。



出典：水文気象局のデータより調査団作成

図 2-5 タライ地域(シマラ、ジャナクプル、ビラトナガル)の月別最高・最低気温(過去 10 年)



出典：水文気象局のデータより調査団作成

図 2-6 タライ地域(シマラ、ジャナクプル、ビラトナガル)の月別平均降水量・日照時間(過去 10 年)

(2) 地形

ネパールの国土は東西に 885 km と長く南北は 193 km と短い距離の中で、北部の 7,000～8,000m 級のヒマラヤ高峰群から最低標高が海拔 70m の南部平野部と急激に地形が変わっていて複雑である²⁹。本プロジェクト対象地域であるネパール南部に広がる平野部タライ地域は、国土面積の 17% を占めている。また、タライ地域の大部分は第四紀の沖積層で、礫、砂、粘土などで構成されており、軟弱地盤である。

(3) 洪水

6月～9月の雨季において、ベンガル湾で発達したモンスーンがネパールに大量の降雨をもたらしている。タライ地域ではほぼ2年に一回の頻度で洪水が発生し、その都度河床が大きく変化

²⁹ ネパール中央統計局、Nepal in Figures 2019 : <https://cbs.gov.np/wp-content/uploads/2019/07/Nepal-in-Figures-2019.pdf>

している。2019年7月にもモンスーンの豪雨が発生し洪水を引き起こし、ネパール内務省によると、洪水と地滑りにより117人が死亡、38人が行方不明となっている。タライ地域は特に被害が大きく、農地と町・村が浸水被害を受け、道路や車の水没、住宅への浸水等が報告されている³⁰。

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境影響評価

本プロジェクトの内容は航空機による空中写真撮影を含む航空レーザ測量であり、航空レーザ計測の際に航空機搭載の計測装置より照射されるレーザ光線については、人体や動物などに悪影響を与えるものではない。また、地上参照局及び調整用基準点の測量で現地作業を行うが、対象サイト及び周辺の自然及び社会環境に及ぼす影響はない。

(2) 用地取得・住民移転

本プロジェクトの内容は上述したとおりであり、用地取得・住民移転の必要はない。

2-3 当該国における無償資金協力実施上の留意点

ネパールにおける無償資金協力実施上の留意点として、以下の事が掲げられる。

- ① 無償資金協力においては成果品の転売などを防止する目的で覚書を交わす事があるが、本プロジェクトにおいては、成果品を他機関、団体などにおいて積極的に活用することが求められており、成果品の複製を積極的に頒布することを奨励するものとする。
- ② 飛行許可において、インドとの国境付近を航空機が飛行することから、同国からも飛行許可の取得が必要となる。

2-4 その他（グローバルイシュー等）

本プロジェクトは、洪水などの人命を脅かす事象を防ぐことが目的であり、人間の安全保障に直接的に寄与する。

またタライ地域においては、近年の地球温暖化に伴う天候不順のために、同地域で発生する洪水、乾季における水不足、また大規模洪水による灌漑施設の破壊などにより、ネパールの穀倉地帯と言われているタライ地域の農業人口の減少が見られる。彼らは、タライ地域以外の場所に、また国外に働きに出ている状況が生まれた。そのような状況を踏まえ、本プロジェクトにおいて詳細な数値標高モデルを作成し、さまざまな開発や、維持管理業務に活用することで、農業にかかる本来の生産性が回復可能であると思われる。

³⁰ 国連（2019）、Nepal: Monsoon Update (as of 28 July 2019) : <http://un.org.np/maps/nepal-monsoon-update-28-july-2019>

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

本プロジェクトは、ネパールで最も洪水被害に脆弱なタライ地域において、航空レーザ測量による高精度の数値標高モデルとオルソ画像を整備することにより、同地域の洪水対策に必要な計画の精度を向上させ、もって洪水被害の軽減をめざす防災システムの構築に資するものである。

本プロジェクトの上位目標は、当国の開発課題・政策及び我が国の対ネパール連邦民主共和国別開発協力方針に合致するとともに、SDGs ゴール9（強靱なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進）及びイノベーションの推進及び11（包摂的、安全強靱で持続可能な都市と人間住居の構築）にも貢献すると考えられることから、プロジェクト実施の必要性は高い。

本プロジェクトにおけるネパール側と確認されたプロジェクト概要は表3-1のとおりである。

表 3-1 本プロジェクトの概要

要請内容	
要請年	2019 年
実施要請年	2020 年 4 月～2022 年 3 月
プロジェクト名	ネパール連邦民主共和国第 2 州におけるインフラ計画と災害耐性を可能にする高解像度のオルソ画像、および数値標高モデル開発プロジェクト
事業内容	
1. プロジェクト型式	無償協力型プロジェクト
2. 上位目標	ネパール国南部タライ地域における洪水被害の軽減
3. プロジェクト目標	高精度の数値標高モデルとオルソ画像の整備
4. プロジェクト地域	ネパール国タライ地域東部
5. 成果	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 数値標高モデル (DSM、DTM) (約 15,000 km²) ▶ オリジナルデータ (約 15,000 km²) ▶ 等高線 (0.5m) データ (約 15,000km²) ▶ 空中写真データ (Red、Green、Blue、IR) ▶ 正射変換空中写真データ (15cmGSD、Red、Green、Blue、IR) ▶ オルソ画像 (15cmGSD、Red、Green、Blue、IR) ▶ 報告書 ▶ 航空レーザ計測及び撮影計画図 ▶ 標定図
6. プロジェクトの内容	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 数値標高モデル作成 (高解像度数値標高モデル及びオルソ画像) <ul style="list-style-type: none"> - 現地測量 - 航空レーザ計測 - データ処理 ▶ 機材調達 <ul style="list-style-type: none"> - パーソナルコンピューター及びモニター - 空撮用ドローン - ソフトウェア - 無停電電源装置 ▶ 機材据付工事 ▶ 初期操作指導及び運用指導 ▶ 設計・調達監理 <ul style="list-style-type: none"> - 詳細設計、入札支援及び調達監理 - ソフトコンポーネント <ul style="list-style-type: none"> ・ データ維持管理と経年変化修正 ・ データ利活用

出典：調査団

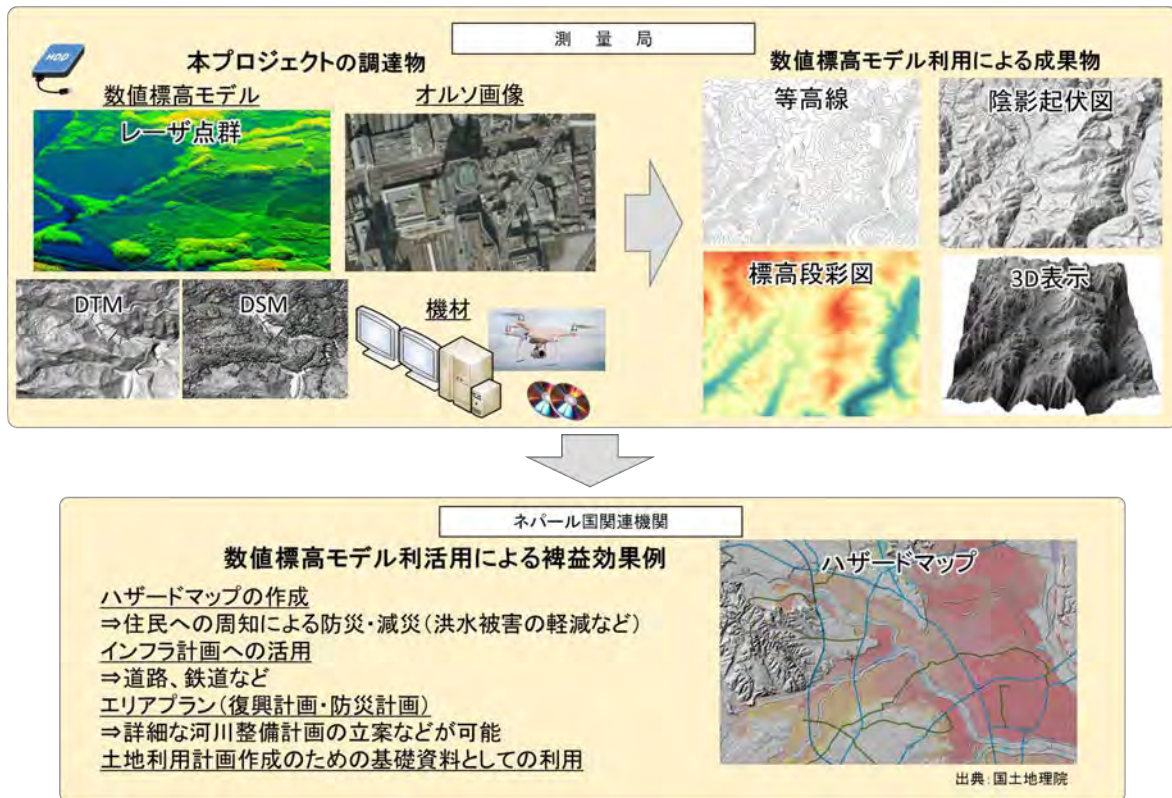
3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

調査団は測量局と協議し、以下の方針に基づき協力対象事業の内容を策定した。図 3-1 に本プロジェクトの設計概要図を示す。

- ① 対象範囲はタライ地域東側であり、測量局が整備する同地域西側と接合できる範囲とする。
- ② 数値標高モデルは、洪水被害の軽減や早期警報システムへの活用が求められており、詳細な浸水想定区域の把握により実現することから、微地形の表現が可能な 1m×1m メッシュの数値標高モデルを作成する。
- ③ 航空レーザ計測は、レーザ照射点が確実に地盤を取得でき、1m×1m メッシュの数値標高モデルの作成に必要な 1m² 当り 4 点の密度で計測を行う計画とした。
- ④ ハザードマップ整備に必要な既存の大縮尺地図が存在しないことから、地図を代替できる地上画素寸法 15cm のオルソ画像を作成する。調達設計においては、効率性の観点から空中写真撮影が同時に可能な機材選定とした。また、オルソ画像は将来の大縮尺地図作成にも活用が期待される。
- ⑤ 対象地域内で GNSS の連続観測を行っている電子基準点が十分整備されていないことから、航空レーザ計測は航空機上の GNSS/IMU データの座標（水平位置の緯度、経度及び標高）精度を確保するため、地上に GNSS 基準局を設置しキネマティック測位を行う。また、GNSS 観測による高さデータは楕円体高であり、これを標高に変換するためにはジオイド高による補正が必要である。ネパールではそのために必要となるジオイドモデルが整備されていない。したがって本プロジェクトにおいて水準測量を行い、簡易的なジオイドモデルを作成する。
- ⑥ 整備された数値標高モデルを利活用する場面において、計画主体である測量局が数値標高モデルを扱うことが出来ない状況では、他機関での利活用も進まないことが想定された。そこで、主題図の作成など測量局が主体的に数値標高モデルを利用できる環境を整えることを目的に、機材の導入と数値標高モデル利活用技術の人材教育を行う事とした。また、地形の経年変化も考慮する必要があることから、測量局において数値標高モデルの部分的な修正が出来るよう、機材の導入と解析処理の人材教育を合わせて行う事とした。



出典：調査団

図 3-1 本プロジェクトの設計概要図

(2) 自然条件に対する方針

1) 気象条件に対して

タライ地域における気象は6月～9月が雨季、10月～5月が乾季となる。航空レーザ計測及び空中写真撮影は降水量が少なく日照時間の多い時期が作業に適しているため、乾季が適期である。また、航空レーザ計測は、上記に加えレーザ光が地面に到達する確率が高くなる樹木の落葉後及び耕作物の収穫後が適期となる。タライ地域では12月～2月にヘイズ（もや、霧）の発生頻度が他の時期に比べ高く、同地域の落葉及び収穫時期も考慮すると、3月～5月が最も航空レーザ計測及び空中写真撮影に適している。本プロジェクトでは天候不良による計測及び撮影機会の減少にも考慮する必要があり、可能な範囲で作業機会を確保するために3月～5月の前後1か月を加えた2月～6月を計測期間とする。

2) 洪水に対して

第2-2-2(3)項で述べたように、雨季におけるタライ地域での洪水発生頻度が高い。1998年以降に発生した洪水や地すべりの多くが7月及び8月に発生しており、現地測量作業については安全を考慮しこの間の作業を実施しないこととする。また、洪水により河床が大きく変化することから、数値標高モデル整備後の経年変化修正を検討することとする。

(3) 社会条件に対する方針

ネパールでは土曜日が休日となり、官公庁や銀行が休みとなる。また、ネパールではビクラム暦を採用しており毎年祝祭日が変動する。さらに、ダサイン祭やティハール祭などの長期間の祝

日が存在することから、本プロジェクトは同事情を考慮した工程を検討する。

(4) 測量作業及び品質管理に対する方針

本プロジェクトの主要成果となる数値標高モデルが防災に有効に活用されるためには、データ成果の精度・品質が十分保証されなければならない。数値標高モデルは標高値の羅列による数値データなので、外見からでは精度の良否が確認できない。このため、作業工程ごとに作業方法や使用機材を規定し、点検測量や精度管理表で精度を確認することで、最終成果の精度・品質を保証する方法を採用する。調達業者はこれらの作業工程や、精度基準を定めた作業規程に従って作業を実施し、定められた精度・品質管理を実施するとともに、必要に応じてコンサルタントの照査を受けることとする。適用規程としては、ネパールでは航空レーザ測量に関して定められた国内規定が存在しないため、日本の公共測量で使われている「作業規程の準則」の該当部分を準用することとする。

(5) 航空レーザ計測に関する方針

航空レーザ計測の計測時期については、対象地域の気象条件から2月～6月の5ヶ月間とした。2月～6月のタライ地域の日照時間は、1月の日本の関東地方の日照時間と類似しており、代表的な東京の1月の日照時間は6.7時間（2009～2019年の平均値）となっている。これに対し、本プロジェクトサイト内の2空港（シマラ空港、ビラトナガル空港）の日照時間（2009～2017年の平均値）は、表3-2のとおり、2月から6月の5ヶ月間の日照時間を平均すると、シマラ空港で8.34時間/日、ビラトナガル空港で7.42時間/日である。したがって、東京の1月の日照時間と比較すると、2地点とも東京の日照時間を上回っているため、東京の計測可能日と同等もしくはそれを上回る日数で計測が実施できると判断することが出来る。

このことから計測日数を算出する根拠として「国土交通省監修の設計業務等標準積算基準の測量業務標準歩掛」の航空レーザ計測可能日数表を引用すると、東京の1月の計測可能日は15日と設定されている。そのため本プロジェクトにおいては、計測1日に対して滞留1日とする。

計測期間は、対象面積15,000km²に対し計測1日、滞留1日とし、1日の計測時間を4時間、1日当たりの計測面積を150km²と設定すると、実計測日数は、100日（対象面積15,000km²÷150km²/日）であり、滞留（1日）を含む計測期間は200日となり6.6カ月となる。本プロジェクトの計測可能期間は5カ月間であることから、航空機1機では計測期間が6.6カ月となり設定期間内での計測が不可能となることから、航空機2機での計測とした。

表 3-2 対象地域における月別平均日照時間

地点	単位：時間				
	2月	3月	4月	5月	6月
シマラ空港	7.6	8.2	9.2	9.1	7.6
ビラトナガル空港	6.9	8.3	8.2	7.7	6.0

出典：調査団

(6) 現地業者の活用に対する方針

現地測量においては、航空レーザ測量プロジェクトに従事した経験を有する業者があり、実施

可能な測量業者がネパール国内に存在することから、現地測量業者を活用することとした。ただし、本プロジェクトでは広範囲を限られた期間で測量を行う必要があり、安全管理、工程管理及び品質管理を確実にを行うため、日本人または第三人を管理者とし、現地傭人を配置する体制とする。

本プロジェクトで取得されたデータのネパール国外への持ち出しについて、地図データの国外持ち出しは「国土法 (Land (Survey and Measurement) Act, 2019 (1963) ³¹)」(詳細は資料 6-1 を参照)により許可が必要となる。本プロジェクトでは国境を含む地域の地形データが取得されることから、測量局からデータの国外持ち出しの同意は得られなかった。そのため、データ処理をネパール国内で実施することとした。ネパール国内には航空レーザ測量で取得されたデータの処理経験を有する業者が存在するが、広範囲におよぶデータ処理の工程管理、品質管理及び精度管理を確実にを行うため、日本人または第三人を管理者とし、現地傭人を配置する体制とする。

これらの体制図は、後述する「図 3-19 数値標高モデル作成の実施体制」に示す。

(7) 航空機等、機材輸送に係わる方針

航空レーザ測量に使用する航空機及び航空レーザ測量機器は、現在、ネパール国内に存在しないことから、測量作業を行う目的で第三国から一時的に輸入することとする。また、パーソナルコンピューターや空撮用ドローンなど、その他の機材に関しては、全てネパール国内で調達を行うこととする。

(8) 機材の選定に係わる方針

本プロジェクトで調達する全機材は、特注品ではなく現地で一般的に流通している民生品となる予定である。数値標高モデルの運用に使用するパーソナルコンピューターはソフトウェアの要求仕様を満たす高性能な CPU、メモリ、グラフィックボードやハードディスクを搭載した仕様とする。また、数値標高モデルの維持管理を目的として、空撮用ドローンを調達する。

(9) ソフトウェアの選定に係わる方針

本プロジェクトで調達するソフトウェアは、数値標高モデルの維持管理及び利活用の観点から必要と考えられる製品を選定する。

(10) 機材輸送に係わる方針

本プロジェクトの機材は、全て現地調達を想定している。調達業者は、カトマンズ市の現地販売店へ機材を発注し、同市の測量局への配送を依頼する。

(11) 電源に関する方針

本プロジェクトで調達する機材は、測量局建屋内に据え付けされる。同局内で使用されている商用電源は、単相 2 線 220V/50Hz であり、2～3 日に 1 回程の頻度で、10 分間程度の停電が発生し

³¹ Land (Survey and Measurement) Act, 2019 (1963) :
<http://www.lawcommission.gov.np/en/archives/category/documents/prevailing-law/statutes-acts/land-survey-and-measurement-act-2019-1963>

ているが、非常用発電機などの予備電源は配備されていない。このため、停電時にパーソナルコンピュータやソフトウェアなど安全に停止・終了させるまでの電力の供給を目的として、パーソナルコンピュータと商用電源の間に無停電電源装置を設置する計画とする。

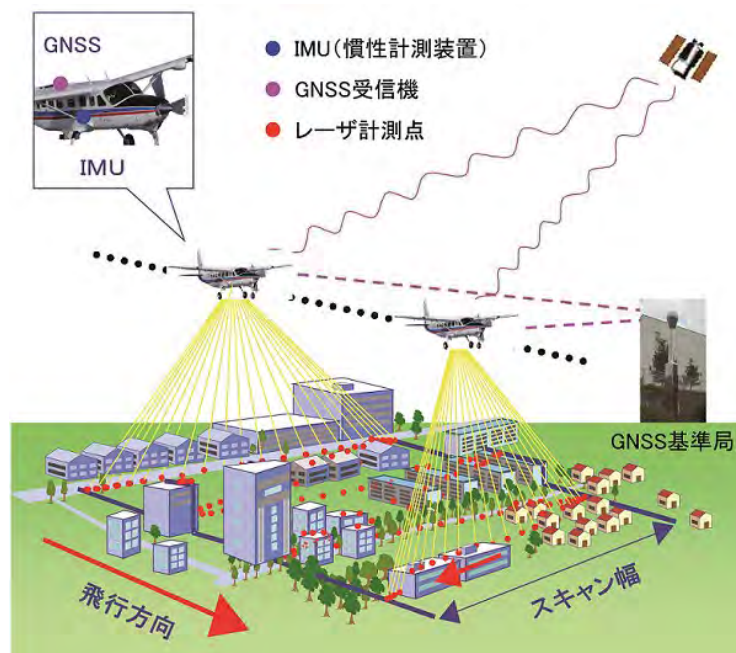
3-2-2 基本計画

本プロジェクトでは、航空レーザ測量手法により高密度かつ詳細な数値標高モデルを整備する。航空レーザ測量は、航空機に搭載したレーザ測距装置から地上にレーザパルスを照射し、地上で反射するレーザ光の往復時間から地上までの距離を求め、これと GNSS 受信機及び IMU（慣性計測装置）から得られる航空機の位置・姿勢情報より、地上の三次元座標を求める測量方法である。空中写真の撮影はレーザ計測と同時に行う。

レーザ計測時には、地上に GNSS 基準局を設置し、機上の GNSS 受信機との間でキネマティック測位を行い、レーザパルス発射点の位置を正確に求める。また、地上反射点の精度を確保するため、対象地域に調整用基準点を設置し三次元座標調整を行う。

さらに、楕円体高で得られる対象地域の高さの値を標高へ補正するため、GNSS 基準局と調整用基準点で水準測量を行い、標高を求める。GNSS 測量から得られる楕円体高との差からジオイド高を求め、適切なメッシュ間隔で簡易的なジオイドモデルを作成する。

図 3-2 に航空レーザ測量の計測概念図を示す。



出典：国土地理院 Web サイト³²

図 3-2 航空レーザ測量の計測概念図

³² 国土地理院 Web サイト：https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_senmon.html

(1) 数値標高モデル作成条件

1) 適用規格

本プロジェクトでは、ネパール地図委員会によって承認された、現在進行中のタライ地域西部プロジェクトと同一の仕様を数値標高モデルの作成規格に適用する。測量手法、精度点検手法については、日本の「作業規程の準則」の対象項目を準用する。

2) 測量基準（参照座標系）及び使用単位

ネパールで採用されている参照座標系などの測量基準を表 3-3 に示す。本プロジェクトでは、表 3-3 に示した測量基準に基づいた成果に加えて、世界測地系である WGS84 に基づいた成果も作成する。また、距離の単位にはメートル法を採用する。

表 3-3 ネパールの測量基準

項目	名称	定義
投影座標系	MUTM (Modified Universal Transverse Mercator)	<ul style="list-style-type: none"> ・ゾーン数： 3 (中央子午線の経度がそれぞれ 81、84、87 度) ・座標系原点： X 座標は赤道 (緯度 0 度)、Y 座標は東経 81、84、87 度 X=0.000m, Y=500,000m ・中央経線における縮尺係数：0.9999
参照楕円体	Everest 1830	<ul style="list-style-type: none"> ・長半径：6,377,276.345m ・短半径：6,356,075.413m
標高の基準		インド平均海面
距離の単位		メートル
ジオイドモデル		定義されていない
距離の単位		メートル

出典：調査団

3) 数値標高モデル作成仕様

測量局と協議し決定した数値標高モデル作成仕様を表 3-4 に示す。

表 3-4 数値標高モデル作成仕様

項目	仕様	
航空レーザ計測	計測点密度	4 点以上/m ²
	GNSS 基準局からの距離	25km 以内
	コース間 オーバーラップ率	15% 以上
	計測範囲	数値標高モデル作成範囲の外側 150m までの範囲
	標高精度	±0.25m 以下 (平均二乗誤差)
空中写真撮影	デジタルカメラ	中判フレームカメラ
	地上画素寸法	15cm (直下方向)
	コース内 オーバーラップ率	15% 以上
	コース間 オーバーラップ率	15% 以上
オルソ画像	地上画素寸法	15cm
	水平精度	±0.10m

項目		仕様
成果品	数値標高モデル	標高モデル種別：DTM (Digital Terrain Model) 及び DSM (Digital Surface Model) メッシュサイズ：1m
	オリジナルデータ	全パルスのデータ及び反射強度データを含む 標高精度±0.25m 以下 (平均二乗誤差)
	等高線データ	主曲線間隔 50cm
	空中写真データ	4 バンド (R,G,B,IR) 外部標定要素含む
	正射変換空中写真データ	4 バンド (R,G,B,IR) 地上画素寸法 15cm
	オルソ画像	4 バンド (R,G,B,IR) 地上画素寸法 15cm
	報告書	現地測量結果、航空レーザ測量結果、空中写真撮影結果、飛行データ保管報告 (FDS : Flight Data Storage) を含む
	航空レーザ計測及び撮影計画図	
	標定図	
成果品フォーマット	数値標高モデル	以下のいずれかの形式 img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
	オリジナルデータ	las (バージョン 1.1)
	等高線データ	shp 形式
	空中写真データ	以下のいずれかの形式 img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
	正射変換空中写真データ	以下のいずれかの形式 img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
	オルソ画像	以下のいずれかの形式 img 形式/ tiff 形式/geotiff 形式
	報告書	以下のいずれかの形式 doc/pdf
	航空レーザ計測及び撮影計画図	shp 形式
	標定図	shp 形式

出典：調査団

4) プロジェクトサイト

プロジェクトサイトは、ネパール南東部のインド国境に接するタライ地域東部である。設計当初の数値標高モデル作成範囲は、第2州全域及び第1州の3郡 (Sunsari、Morang、Jhapa) としていたが、測量局から西側先行プロジェクト範囲との接合の要望を受け、当初範囲の西側を延伸させ、面積約 15,000km² の作成範囲とすることで測量局と合意した。図 3-3 にプロジェクトサイトを示す。



出典：調査団

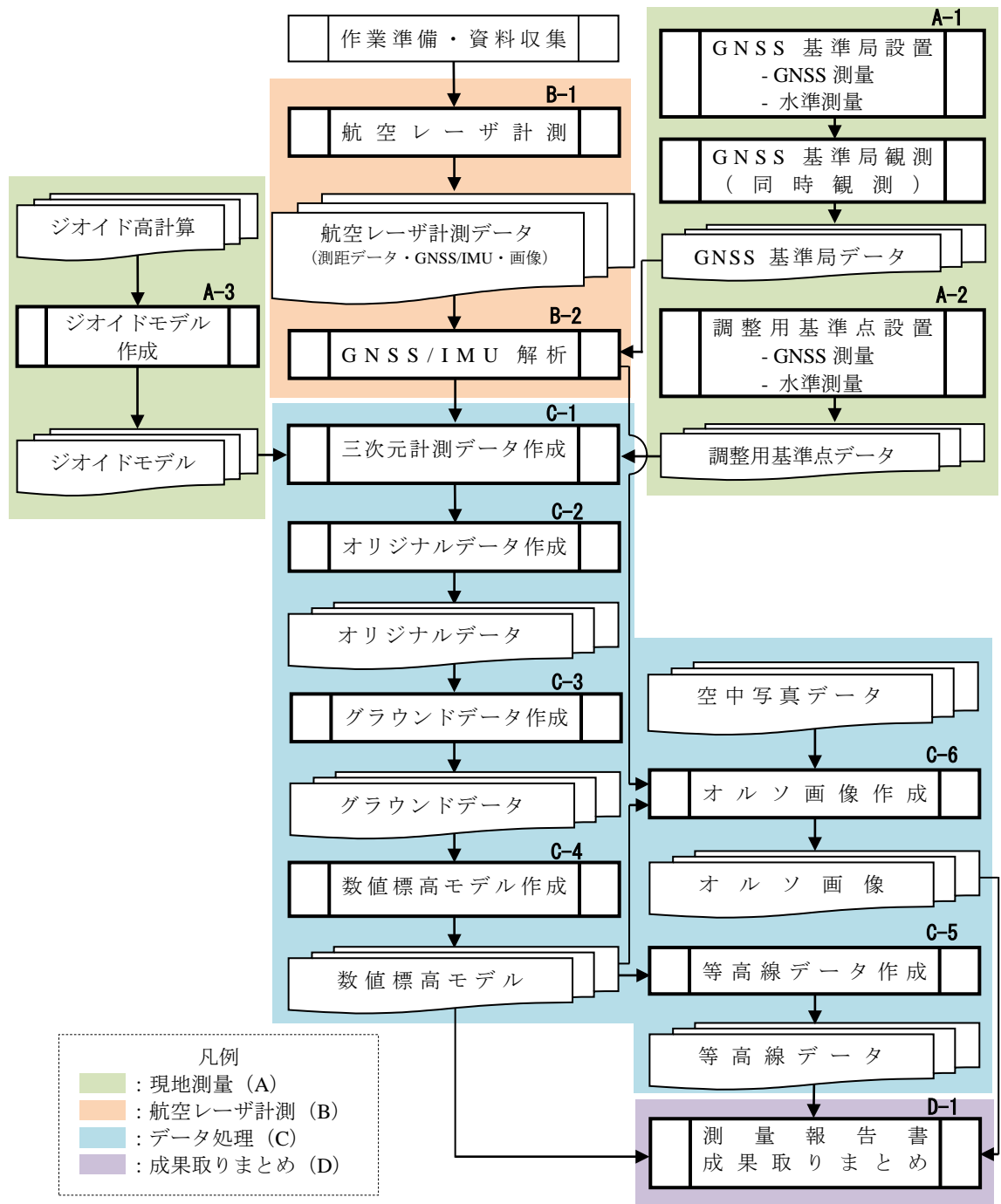
図 3-3 プロジェクトサイト(赤枠が数値標高モデル作成範囲)

5) 品質保証期間

品質保証期間は、成果品引き渡し後 1 年間とする。成果品が仕様の通りに作成されていない場合について保証の対象とする。修正作業は調達業者が行う。水部や橋の下などの物理的にレーザが透過せず取得できない場所は、現地状況と異なる場合であっても保証の対象とならない。また、撮影、計測日以降に変化した地形、地物についても保証の対象とならない。

(2) 数値標高モデル作成計画

図 3-4 に数値標高モデル作成における調達業者の作業フローを示す。同図に示すように、作業は大きく (A) 現地測量、(B) 航空レーザ計測、(C) データ処理の 3 つからなる。現地測量は航空レーザ計測で得られる点群データの座標値を測地座標系に合わせるための GNSS 基準局と調整用基準点の測量で、GNSS 測量と水準測量を実施する。航空レーザ計測は航空機がプロジェクトサイト内を網羅的に飛行して、標高データ取得と空中写真撮影を行う。データ処理は、航空測量で得られる点群データと空中写真データ及び現地測量の成果を用いて、専用ソフトウェアで解析・編集作業を行い、成果となる数値標高モデル、オルソ画像を作成する作業である。



出典：調査団

図 3-4 数値標高モデルの作成フロー

A 現地測量

A-1 GNSS 基準局の設置

航空機に搭載されたレーザ測距装置の位置をキネマティック GNSS 測量で求めるため、プロジェクトサイト内に地上基準局を設置する。設置間隔は、計測コース線から GNSS 基準局までの基線距離が 25km を超えないように、対象地域内にバランスよく配点する。設置場所は、原則として道路や政府・地方自治体の建物敷地等の官地に設置する。また、常時 GNSS 電波が受信可能な

上空視界の良好な場所に選点し、高層建物や背の高い樹木の近傍は避ける必要がある。選点は測量局の同意を得ながら行う。測量局にフォローアップを依頼しながら、設置許可を関連機関へ申請する。

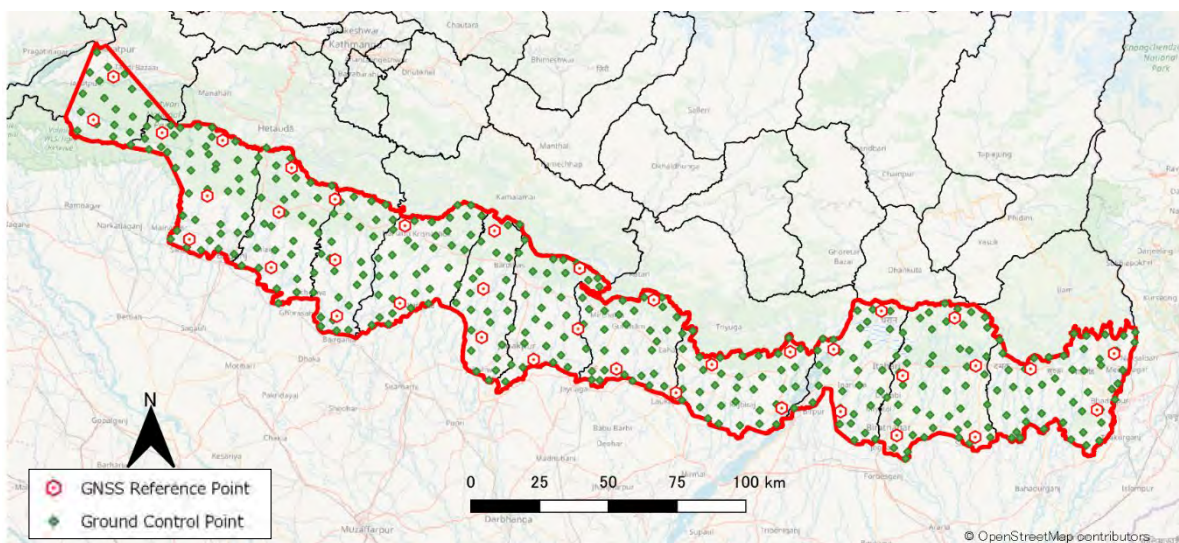
GNSS 基準局の座標決定のために GNSS 測量及び水準測量を実施する。座標決定の基準として既存の国家基準点及び水準点を使用するため、測量作業に先立ち、既存国家基準点の使用可否について検測を行うなど十分な確認をした上で作業を行う。

航空レーザ計測作業時は GNSS 基準局上に GNSS 受信機を設置し、航空機が計測飛行している間常時 GNSS 観測を行い、データを記録する。計測飛行中に航空機上と基準局上で同時観測された GNSS 観測データは、後処理の GNSS/IMU 解析に用いられ、航空機の軌跡が高精度に求められる。

A-2 調整用基準点設置

航空レーザ計測による三次元計測データの点検及び調整、並びにオルソ画像の点検及び調整に使用するために調整用基準点を設置する。設置間隔は 7km×7km の範囲に 1 点の密度で計測範囲内にバランスよく配置する。設置場所は、公共施設の運動場、空き地、道路及び屋上などの平坦な場所とする。調整用基準点の座標決定は、GNSS 基準局の場合と同様に GNSS 測量及び水準測量を実施する。

図 3-5 に想定される GNSS 基準局及び調整用基準点配点図を示す。



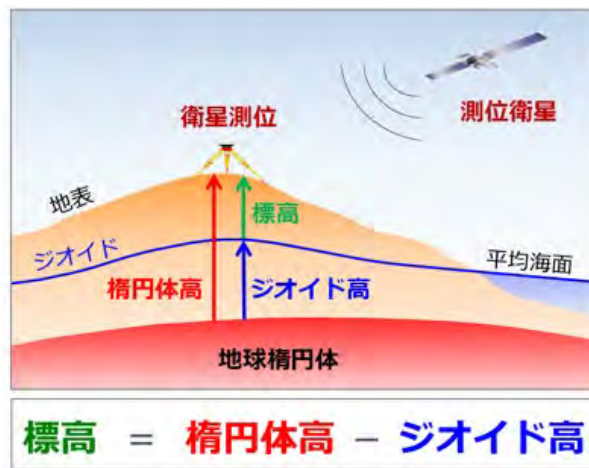
出典：調査団

図 3-5 GNSS 基準局・調整用基準点配点計画図

A-3 ジオイドモデル作成

GNSS 測量機器を使用して測量を行う場合、高さは楕円体高で求められる。本プロジェクトで実施する航空レーザ計測も、GNSS 測量による位置決定に基づく計測データが得られるため、高さは楕円体高となる。楕円体高では実利用に向かないため、平均海面からの高さである標高を求める必要がある。図 3-6 に示すとおり、平均海面からの高さである標高は、楕円体高からジオイド高を引いた値として求められるため、任意の点のジオイド高を与えるジオイドモデルが必要に

なる。しかし、第 2-1-3 (3) 項で述べたとおり、ネパールのジオイドモデルは未完成の状態であることから、本プロジェクトでは全ての GNSS 基準局と調整用基準点において GNSS 測量による楕円体高の測定と水準測量による標高の測定を行い、楕円体高と標高の差分によりジオイド高を求める。これらのジオイド高から適切な間隔の格子点におけるジオイド高を内挿計算で求め、対象地域内のジオイド補正のために必要となるモデルを簡易的に作成する計画とする。



出典：国土地理院 Web サイト³³

図 3-6 楕円体高、ジオイド高、標高の関係

B 航空レーザ計測

B-1 航空レーザ計測

航空レーザ計測は、レーザ測距装置、GNSS 受信機、IMU（慣性計測装置：航空機の 3 軸、ローリング、ピッチング、ヘディングの姿勢と加速度を計測）及びデジタルカメラを搭載する航空機を用いて、事前に計画した計測コースと計測諸元に基づいた計測を行う。

計測計画にあたっては、レーザの計測密度や空中写真の地上画素寸法など、本プロジェクトの仕様を満足できる機材を選定し、飛行高度や飛行コースなどの計測諸元を決定する。

計測飛行は、原則として気象状態が安定した日で、且つ GNSS 衛星の配置状況が良好な時間帯に実施する。計測飛行中、気流の状況や減速による機体の姿勢状況が大きく変わったと判断される箇所については、再計測を実施する。

① 使用する機材例

<航空機>

本プロジェクトでは固定翼機を使用して航空レーザ計測を行うことを想定している。表 3-5 及び図 3-7 に、航空測量用航空機として利用実績が多い機体の仕様及び写真を参考例として示す。

表 3-5 航空測量用航空機の仕様の例

No.	項目	仕様
1	機体名	セスナキャラバン208
2	機体番号	未定
3	搭載量	250 kg～450 kg

³³ 国土地理院 Web サイト：https://www.gsi.go.jp/buturisokuchi/grageo_geoid.html

No.	項目	仕様
4	巡航速度（運用時）	296 km/h
5	最大搭乗者数	10人
6	航続時間	7.0 h
7	エンジン	単発ターボプロップ

出典：調査団



出典：調査団

図 3-7 航空レーザ計測機材搭載固定翼機(セスナキャラバン 208)

<計測機材>

航空レーザ計測機材及びデジタルカメラの仕様の参考例を表 3-6、図 3-8 に示す。

表 3-6 航空レーザ計測機材の仕様の例

No.	項目	仕様
1	レーザ測距装置	
1-1	モデル	ALTM Orion M300
1-2	メーカー	Optech
1-3	運用対地高度	100～2,500 メートル
1-4	レーザスキャン照射数	最大 300,000 ヘルツ
1-5	レーザ波長	1064 ナノメートル
1-6	レーザスキャン角度	最大 50 度
1-7	ビーム拡散度	0.25 ミリラジアン
1-8	受信パルスモード	1 st 、2 nd 、3 rd 、last（最大 4 パルス受信）
1-9	高さ精度	0.10 メートル（1 シグマ）
1-10	水平精度	対地高度/5,500 メートル
1-11	GNSS/IMU 機器	POS AV AP50
2	デジタルカメラ	
2-1	モデル	Phase One IXU-RS-1000（RGB センサ） Phase One IXU-RS-1000-NIR（NIR センサ）
2-2	メーカー	Phase One Industrial
2-3	画素数	11,608 画素×8,708 画素
2-4	画素サイズ	4.6 マイクロメートル
2-5	焦点距離	50 ミリメートル
2-6	シャッタースピード	最高 1/2500 秒
2-7	ISO 感度	50-6400
2-8	フレームレート	0.6 秒

出典：調査団



出典：調査団

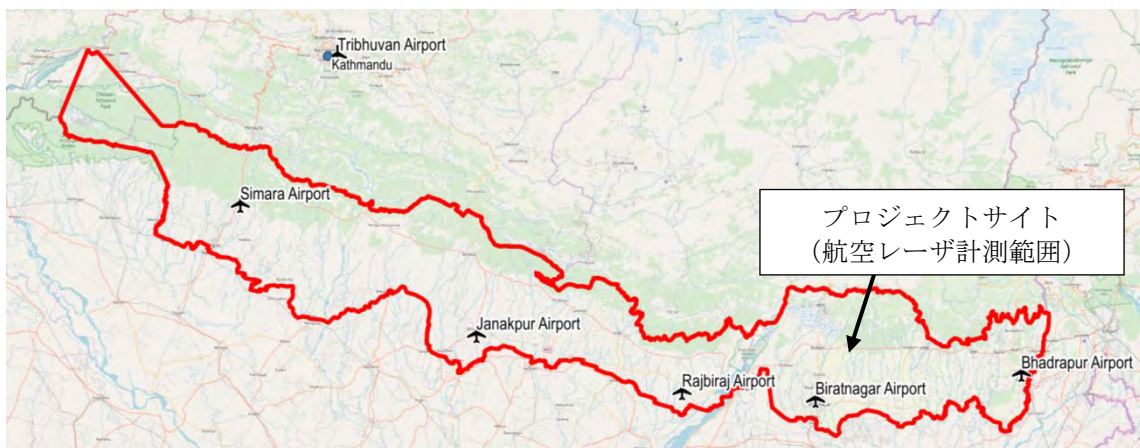
図 3-8 レーザ測距装置 (ALTM Orion M300) 及びデジタルカメラ (Phase One IXU-RS-1000) の例

② 許可の取得

航空機の運航前に、ネパール国内の関係機関及び在ネパールインド大使館へ、ネパール国内及びインド国境における飛行許可、各空港の離着陸及び駐機の申請を行い、各関係機関と事前調整の上、計測飛行を実施する。なお、航空レーザ計測の作業中は、毎日航空局にて運航調整を行う。

③ 航空機の運航

航空レーザ計測を効率的に実施するため、計測地にできるだけ近い空港を使用する。プロジェクトサイト内には 5 カ所の空港（シマラ空港、ジャナクプル空港、ラジュビラジュ空港、ビラトナガル空港、バドラブル空港）が利用可能であり、これらを拠点飛行場として航空レーザ計測を行う。対象の 5 カ所の空港を、図 3-9 に示す。



出典：調査団

図 3-9 プロジェクトサイト内空港位置

④ 航空機の安全管理

本プロジェクトにおける航空機の安全管理を下記に示す。

- ・ 操縦士は、運航業者の「安全管理規定」を遵守し、安全運航に努める。
- ・ 操縦士は、現場周辺の情報及び飛行計画を確認し、航空法に従って安全運航に努める。
- ・ 整備士は、飛行準備の際、又は飛行後には入念な整備点検を行い、安全運航に努める。
- ・ 操縦士は、現地での天候確認及び DHM や民間の天候調査会社発表の気象情報を作業当日に確認し、作業開始の是非判断をレーザ計測責任者に報告して、責任者の指示に従う。

て開始する。なお、作業途中の天候変化については操縦士判断とし、安全管理の観点から判断を行う。

- ・ 搭乗者は常に健康に留意し、過労がある場合は、その旨を管理責任者に申し出る。
- ・ 事故が発生した場合、直ちに負傷者を救護し、速やかに関係機関並びに所轄の警察へ急報を入れ、その他必要な処置を運航規定に従って行う。

⑤ 航空機の運航中止基準

DHM などのネパール関係当局より、雨・洪水・暴風等の各警報について発表された場合、今後の作業状況や天候の推移も予測しながら、中断又は中止の判断を下すこととする。表 3-7 に、日本における航空機運航の中断・中止に関する判断基準の例を示す。

表 3-7 日本における航空レーザ計測作業時の航空機運航基準の例

気象要素	条 件	判 断 基 準
視程*	中断・中止条件（作業着手前）	航空レーザ計測：有視界飛行の為 5.0km 以下
	中断・中止条件（作業中）	航空レーザ計測：有視界飛行の為 5.0km 以下
	作業再開条件	航空レーザ計測：有視界飛行が可能な 5.0km 以上

※視程：肉眼で物体がはっきりと確認できる最大の距離

出典：調査団

本プロジェクトでは、航空機の運航の安全を最優先とする。機長が危険と感じた場合、作業の着手前であれば飛行中止、作業中であれば中断の判断を下し、直ちに安全措置（最寄空港又は基地へ帰投）をとる。

⑥ 航空レーザ測距装置及び計測時の安全措置

- ・ フェイルセーフ（誤操作、誤動作しても障害が発生しない様に、常に安全側に制御する）付のレーザ測距装置を用いる。計測開始時には、機能が正常に作動するか確認を行う。
- ・ 所定の高度を維持し、不必要に高度を下げた計測は行わない。
- ・ やむをえず高度を下げる場合は、レーザの照射を止める。

B-2 GNSS/IMU 解析

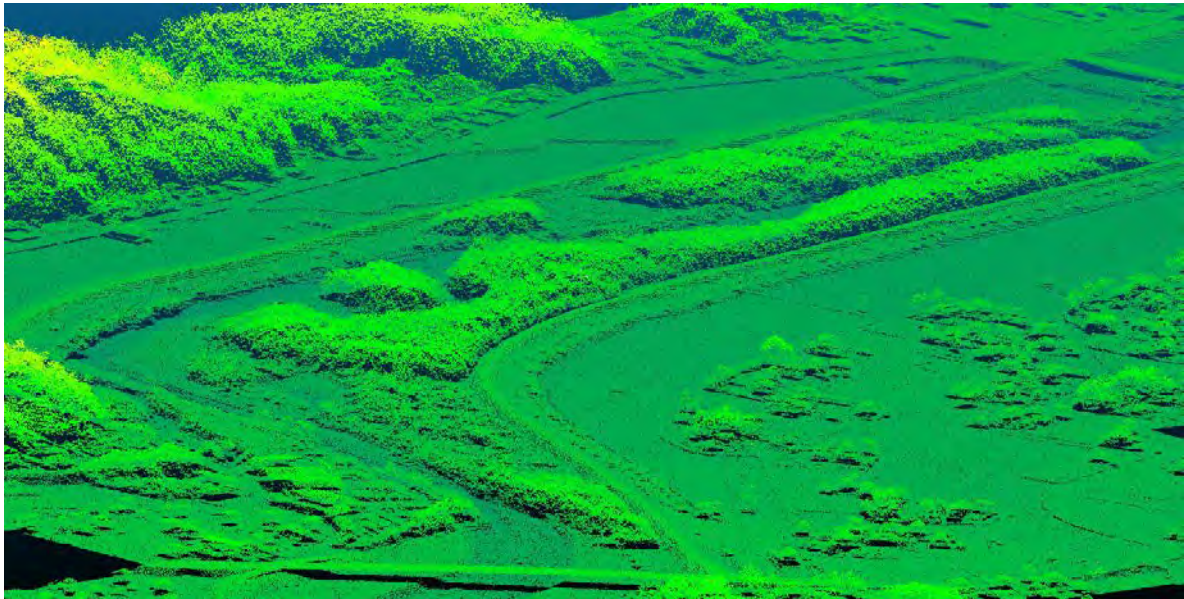
航空機に搭載した GNSS/IMU 装置の観測データ、GNSS 基準局観測データ及び事前に実施するキャリブレーション作業にて算出した補正值を用いて解析処理を行い、計測時における機体の位置・姿勢を算出する。キネマティック解析ソフトウェアは、基線ベクトルの解析ができ、解析結果の評価項目の表示が可能なものを使用する。GNSS/IMU の観測データはレーザ測距装置及びデジタルカメラと時刻同期しており、GNSS/IMU 解析により求められたデータはレーザ発射時刻及びカメラのシャッターを切った時刻の外部標定要素として三次元計測データ作成及びオルソ画像作成に使用される。

C データ処理

C-1 三次元計測データ作成

B-2 で求められた外部標定要素、レーザの照射方向及び照射距離のデータを組み合わせて、各レーザ照射点の三次元計測座標を算出し、ノイズ等によるエラー計測部分を削除して三次元計測データを作成する。図 3-10 に三次元計測データの例を示す。調整用基準点との比較点検、隣接コース間の標高値の比較点検、欠測率の点検を行い、計測点密度を満たさない場合、もしくは計測

漏れが生じている場合は再計測を行う。調整用基準点との較差が大きい場合は原因を追究の上必要に応じて再計測を行う。



出典：調査団

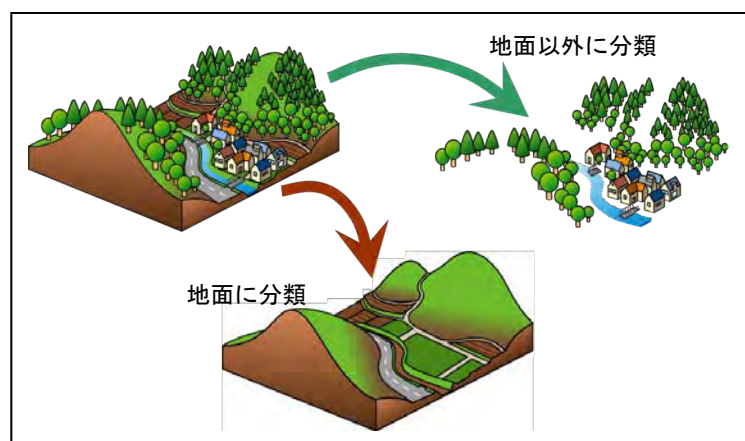
図 3-10 三次元計測データの例

C-2 オリジナルデータ作成

C-1 で点検した三次元計測データと調整用基準点との較差の平均値の絶対値が許容範囲を超えた場合は、地域全体について三次元計測データの標高値を一律シフトの平行移動で補正する。補正処理した場合は補正後の調整用基準点との較差を点検し許容範囲内であるか確認を行う。

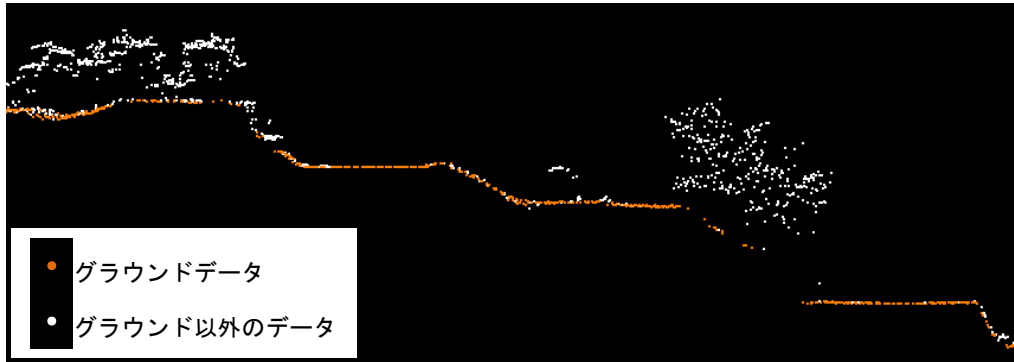
C-3 グラウンドデータ作成

C-2 で作成したオリジナルデータから、センサーノイズや自動車などの一時的な物体を取り除く。さらに、樹冠、橋、建物及びその他の主要地物などの地盤以外のオブジェクトを分類（フィルタリング）して、グラウンドデータを作成する。フィルタリングが適切に行われたか、作成されたグラウンドデータの異常の有無について点検を行う。図 3-11 にフィルタリングの概念図を、図 3-12 にフィルタリング後の断面図を示す。



出典：調査団

図 3-11 フィルタリング概念図

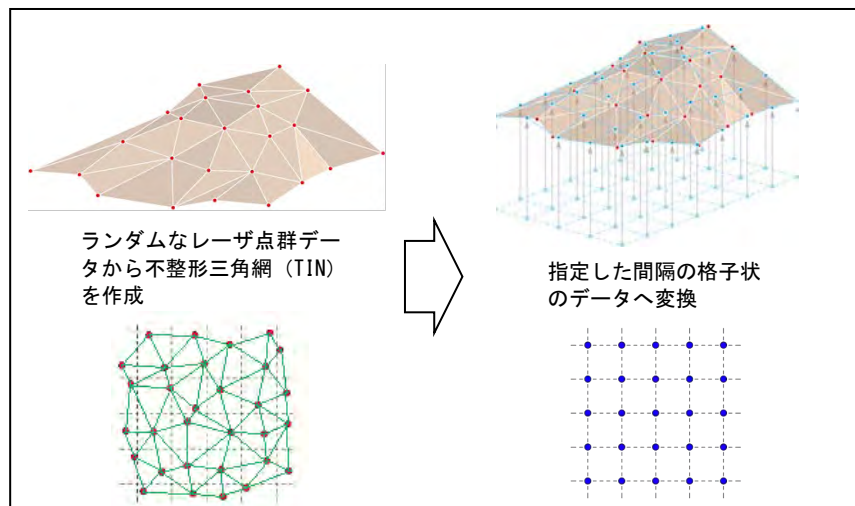


出典：調査団

図 3-12 フィルタリング後の断面図

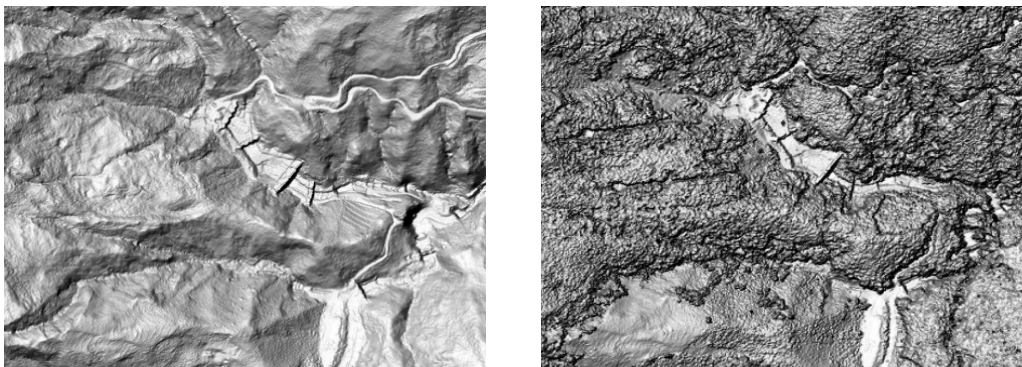
C-4 数値標高モデル (DTM および DSM) 作成

C-3 で作成したグラウンドデータから TIN 法などの内挿補間により、1m メッシュの DTM (Digital Terrain Model : 数値地形モデル) データ を作成する。また、オリジナルデータから地盤以外の樹木、建物、およびその他の地物を含む 1m メッシュの DSM (Digital Surface Model : 数値表層モデル) データも作成する。図 3-13 にランダムデータから格子状データへの変換方法、図 3-14 に DTM と DSM の対比図を示す。なお、図 3-14 に示した図は DTM 及び DSM を加工した陰影図である。



出典：調査団

図 3-13 ランダムデータから格子状データへの変換方法

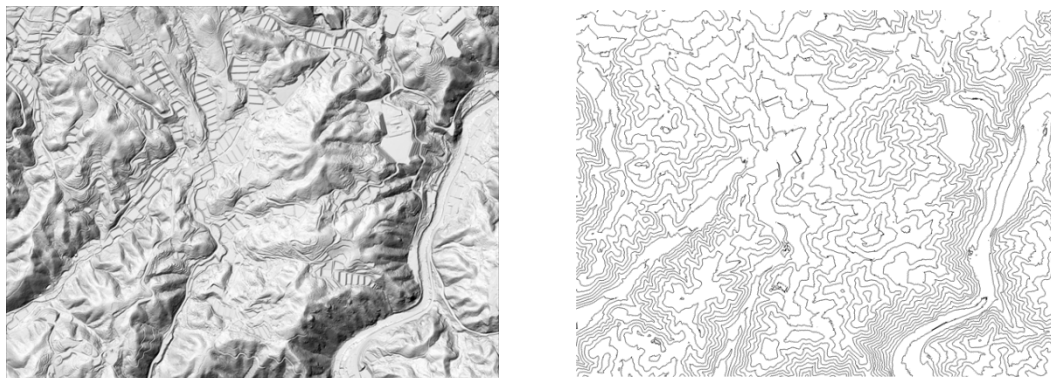


出典：調査団

図 3-14 DTM と DSM の対比図 (左:DTM、右:DSM)

C-5 等高線データ作成

DTM データから、主曲線間隔 50 cm の等高線データを作成する。等高線の作成はソフトウェアの自動等高線発生機能を使用してもよいものとし、等高線作成後、異常箇所などの点検を行う。DTM と等高線データの対比図を図 3-15 に示す。

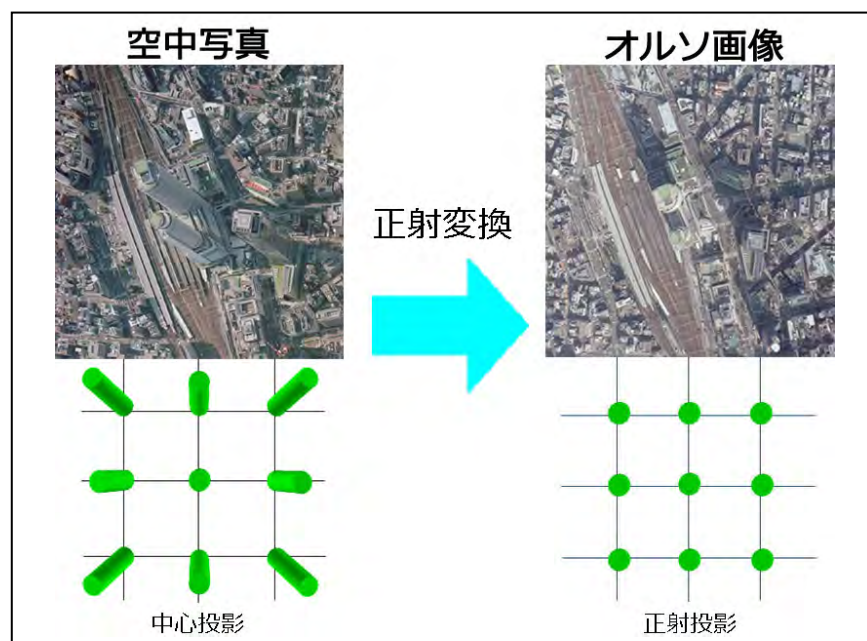


出典：調査団

図 3-15 DTM と等高線の対比図

C-6 オルソ画像作成

B-2 で作成された機体の位置・姿勢データ（外部標定要素）、及び数値標高モデルを用いて、航空レーザ計測と同時に撮影される空中写真を正射変換処理し、地上画素寸法は 15 cm のオルソ画像を作成する。オルソ画像は隣接写真とのモザイク処理を行い、隣接写真間の位置ズレや色調差等のないものとする。空中写真の正射変換処理例を図 3-16 に示す。



出典：国土地理院 Web サイト³⁴

図 3-16 空中写真の正射変換処理例

³⁴ 国土地理院 Web サイト：<https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html>

D 成果取りまとめ

D-1 測量報告書作成及び成果取りまとめ

現地測量、航空レーザ計測、データ処理の作業結果及び精度管理結果などの項目を含む報告書を作成する。また、本プロジェクトで調達する数値標高モデル及び付随する成果品は表 3-8 に示すとおり。

表 3-8 数値標高モデル及び付随する成果品

No.	項目	ファイル形式	備考
1	オリジナルデータ	las (ver1.1)	全パルスデータ及び反射強度データ
2	数値標高モデル (DSM)	img/tiff/geotiff	1m メッシュ
3	数値標高モデル (DTM)	img/tiff/geotiff	1m メッシュ
4	等高線データ	shp	等高線間隔 0.5m
5	空中写真データ	img/tiff/geotiff	4 バンド (Red、Green、Blue、Infra Red) 画像 外部標定要素含む
6	正射変換空中写真データ	img/tiff/geotiff	4 バンド (Red、Green、Blue、Infra Red) 画像 地上画素寸法 15cm
7	オルソ画像	img/tiff/geotiff	4 バンド (Red、Green、Blue、Infra Red) 画像 地上画素寸法 15cm
8	報告書	doc/pdf	現地測量結果、航空レーザ測量結果、空中写真撮影結果、飛行データ保管報告 (FDS : Flight Data Storage) を含む
9	航空レーザ計測及び撮影計画図	shp	
10	標定図	shp	

出典：調査団

(3) 調達機材の設計計画

1) 設計条件

① 適用規格及び使用単位

本プロジェクトで調達する機材は表 3-9 に示す規格及び単位を適用する。

表 3-9 本プロジェクト適用規格一覧表

	規格名	適用箇所
(a)	国際電気標準会議規格 (IEC)	電気製品全般
(b)	国際標準化機構 (ISO)	工業製品全般
(c)	日本工業規格 (JIS)	工業製品全般
(d)	電気学会 電気規格調査会標準規格 (JEC)	電気製品全般
(e)	社団法人 日本電気工業会規格 (JEM)	電気製品全般
(f)	電気技術規程 (JEAC)	電気製品全般
(g)	日本電線工業会規格 (JCS)	電気ケーブル
(h)	社団法人 日本電子機械工業会 (EIAJ)	電気製品全般
(i)	国際電気通信連合 (ITU)	電気製品全般

出典：調査団

② サイト条件

1. 機材据付場所： 測量局建屋内
(空調設備により室温、湿度が一定に保たれている環境)
2. 電源： AC220 V (単相)、50 Hz

2) 機材計画

本プロジェクトにて調達する機材の数量及び用途を表 3-10 に示す。

表 3-10 機材構成及び用途

No.	項目	数量	用途
1	数値標高モデル	1 式	ハザードマップ、インフラ開発計画などの基盤データ
2	パーソナルコンピューター及びモニター	3 組	数値標高モデルから主題図を作成するために使用される
3	空撮用ドローン	2 台	写真測量手法で数値標高モデル作成に使用
4	ソフトウェア	1 式	-
4-1	Pix4Dmapper	3 組	ドローン撮影画像から数値標高モデル、オルソ画像を作成するソフト
4-2	Microstation	3 組	下記 Terra シリーズを使用するために必要な CAD ソフト
4-3	Terra Scan	3 組	Microstation にアドインされる、点群処理ソフト
4-4	Terra Modeler	3 組	点群処理時に Terra Scan と共に使用されるソフト
4-5	ArcGIS Desktop (ArcMap) Basic	3 組	数値標高モデルデータから各種主題図を作成するソフト
4-6	ArcGIS 3D Analyst Extension	3 組	ArcGIS 上で動作する数値標高モデル加工のためのエクステンション
4-7	Web ツール	1 組	ユーザー指定領域を包含する数値標高モデルファイルの検索ツール
5	無停電電源装置	3 台	電圧変動及び瞬停などから PC を保護するための機器

出典：調査団

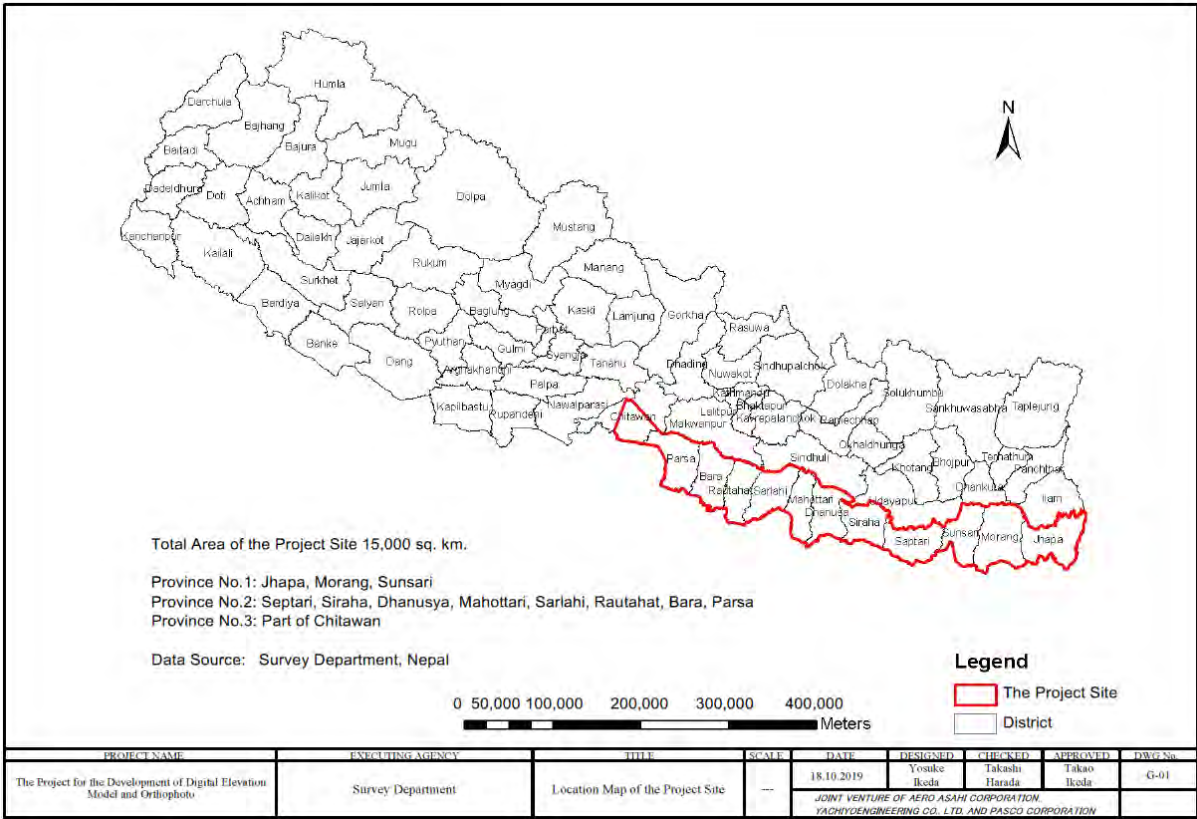
3-2-3 概略設計図

本プロジェクトの概略設計図は表 3-11 の概略設計図リストに示すとおりである。

表 3-11 概略設計図リスト

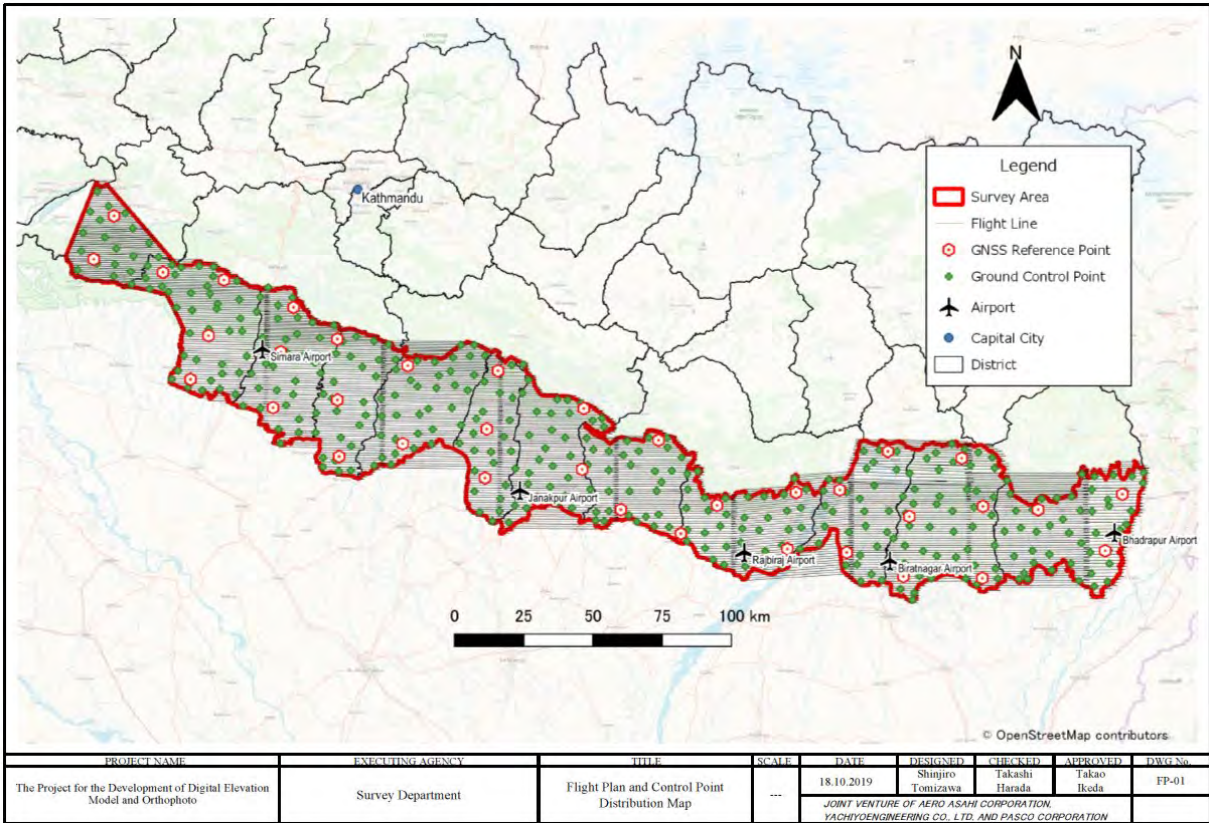
図面番号	名称
G-01	プロジェクトサイト位置図
FP-01	飛行計画・基準点配点図

出典：調査団



出典：調査団

図 3-17 プロジェクトサイト位置図(図面番号 G-01)



出典：調査団

図 3-18 飛行計画・基準点配点図(図面番号 FP-01)

3-2-4 調達計画

3-2-4-1 調達方針

本プロジェクトは、我が国の無償資金協力の枠組みの下実施される。従って、本プロジェクトは、日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文 (E/N) 及び贈与契約 (G/A) が取り交わされた後に実施に移される。以下に本プロジェクトを実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

(1) 事業実施主体

本プロジェクトのネパール側の実施機関は測量局、責任機関は国土管理・協同組合省である。測量局は本プロジェクトを遂行し、数値標高モデル及び機材の運用・維持管理を行うため、我が国のコンサルタント及び調達業者と密接な連絡及び協議を行い、本プロジェクトを担当する責任者を選任する必要がある。

(2) コンサルタント

本プロジェクトを円滑に実施するため、我が国のコンサルタントが測量局と設計監理業務契約を締結し、本プロジェクトに係る実施設計・調達監理業務を実施する。コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体である測量局に対し、入札業務を支援する。また、数値標高モデル作成（現地測量～データ処理）の際は、調達監理技術者を作業開始前及び完了時に現地に派遣すると共に、作業期間中は日本国内において、適切なタイミングで各作業工程の進捗及び品質管理状況を確認するなど、調達業者の業務の監理を実施する。機材の据付作業期間中は、据付作業、調整・試験、初期操作・運用指導などの進捗に合わせ調達監理技術者を派遣し、調達業者を指導・監督し、計画に基づく工程管理、品質管理及び安全管理が実施されるよう努める。

(3) 本邦請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従って、一般公開入札によりネパール側から選定された日本法人の請負業者（調達業者）が、本プロジェクトの数値標高モデル作成、資機材調達、据付作業、調整・試運転及び初期操作指導・運用指導（OJT）を実施する。調達業者は本プロジェクトの完成後も、引き続き、数値標高モデルの維持管理、機材故障時対応などのアフターサービスが必要と考えられるため、調達機材引き渡し後の測量局との連絡体制を確立する。

(4) 技術者派遣の必要性

本邦請負業者は、本プロジェクトで調達される数値標高モデルを作成する際、航空機を運航し、測量用専門機材やソフトウェアの操作を行い、高精度な測量成果を求める。その一連の作業には、高い専門的技術が必要とされる。そのため、日本または第三国から技術者を派遣し、同日本人または第三国人技術者の指導・監督の下で現地測量、航空レーザ計測及びデータ処理を行うものとする。

航空レーザ計測については、レーザ計測機材を搭載した航空機の運航を実施可能な業者が現地には存在しないため、第三国業者の航空機、レーザ計測機材及び派遣技術者により計測作業を行

う。本プロジェクトサイトはインド国境を含むため、国境をまたぐ飛行の許可及び計測飛行許可などの申請が必要である。また、毎日の計測飛行実施に係る判断など、計測業者、先方実施機関、関係機関との連絡・情報共有を緊密に行う必要がある。そのため、日本人または第三人技術者を派遣し、同日本人または第三人技術者の監督の下で情報伝達を確実にしながら、航空レーザ計測を実施するものとする。

現地測量は日本人または第三人技術者の指導・監督の下、現地庸人（測量技術者、測量アシスタント）によって、選点・測量・解析処理までの一貫した品質・工程管理を行うものとする。データ処理も同様に日本人技術者の指導・監督の下、現地庸人（ソフトウェアオペレータ）によって、データ受領から納品成果作成までの一貫した品質・工程管理を行うものとする。

プロジェクトの数値標高モデル作成の実施体制を図 3-19 に示す。

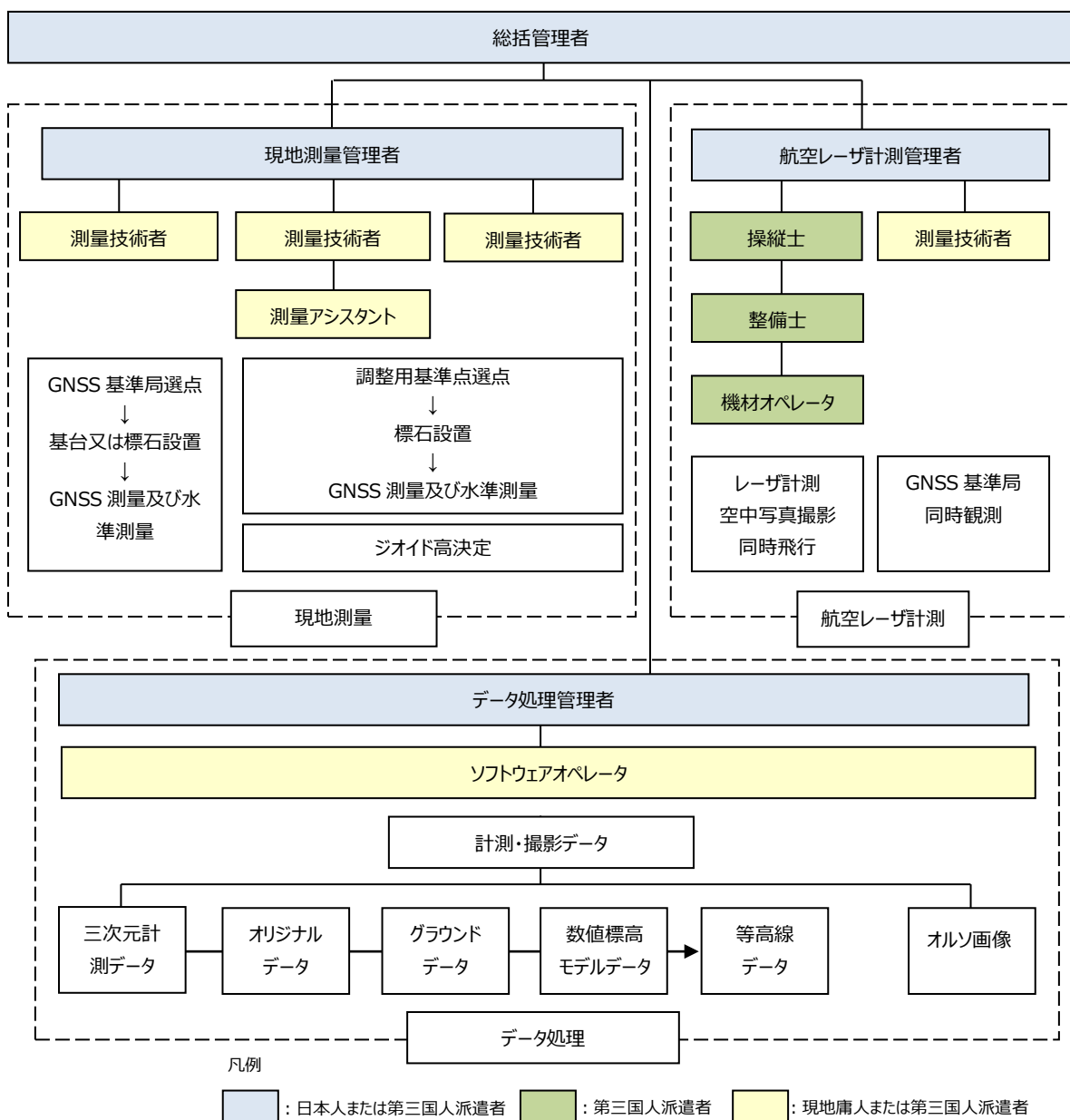
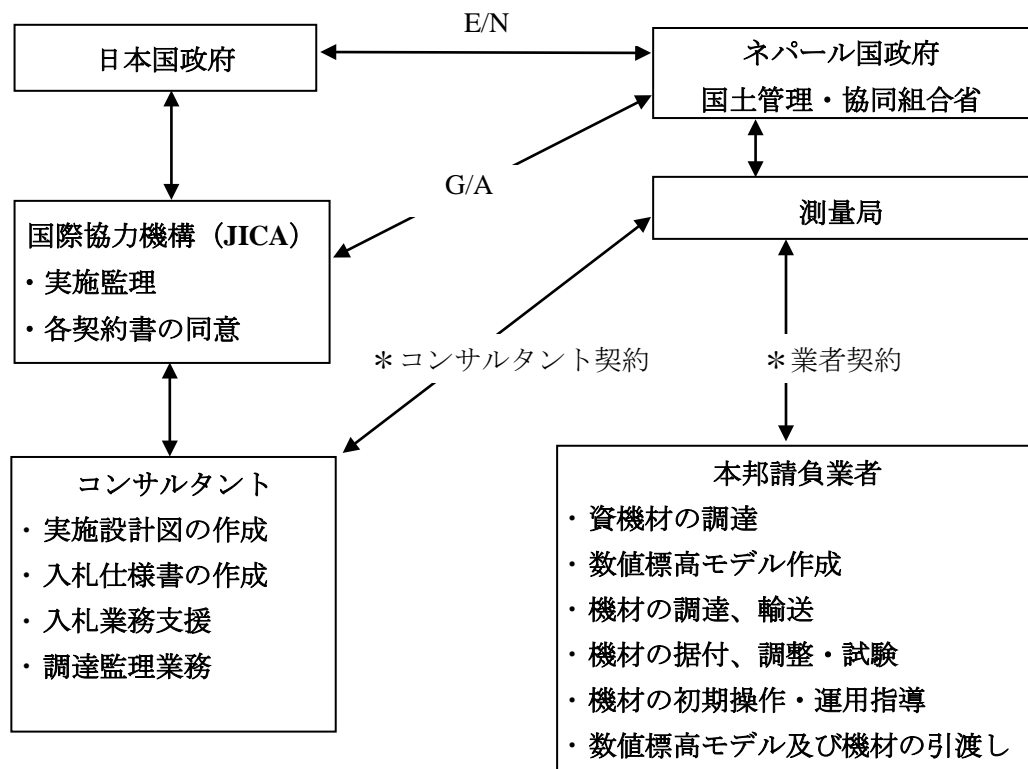


図 3-19 数値標高モデル作成の実施体制

なお、本プロジェクト調達機材の据付作業は、パーソナルコンピューター、無停電電源装置などの据え付け、並びにソフトウェアのインストールなど、小規模な作業内容であり、日本人技術者1名及び現地普通作業員1名という体制で実施する計画とする。

(5) 計画実施に関する全体的な関係

本プロジェクト関係者の相互関係図を図 3-20 に示す。



*備考：コンサルタント契約及び業者契約は JICA の同意が必要である。
出典：調査団

図 3-20 事業実施関係図

3-2-4-2 調達上の留意事項

- ①ネパールでは数値標高モデル作成に係る測量作業、機材据付作業等に携わる技術者や作業員(労務者)の確保は可能であるが、工程、品質、安全管理等の専門技術を持った技術者は少ない。従って、調達業者は、必要に応じて日本又は第三国から技術者をネパールへ派遣する必要がある。
- ②本プロジェクトの機材については現地調達が可能であるが、航空レーザ測量に使用する航空レーザ計測機材(航空機、レーザ測距装置、航空カメラなど)については現地調達できないため、第三国からの調達を想定している。調達業者は航空レーザ測量実施に当たり、当該計測機材の輸入手続き、飛行許可、データ取得許可の手続き等を遅滞なく処理し、現地進入時の駐機許可、航空燃料の取得手続き早急に実施する必要がある。
- ③航空レーザ計測における滞留日数は、国土交通省が作成した「設計業務等標準積算基準」に従い、計測対象範囲における計測諸元(対地高度、コース間重複、スキャン回数等)、地形

図を用いたコース計画、選定飛行場等の諸条件を計算式にあてはめ算出された滞留日数を使用している。また、計測対象地域の気象を調べた上で航空レーザ計測に関する方針を検討したところ、東京の日照時間と同等もしくはそれ以上であり、「設計業務等標準積算基準」の東京の日数を用いて事業実施が可能であり、算出された滞留日数は妥当と判断できる。また、日本で発注される航空レーザ測量業務は、滞留日数の実績に応じた精算は行わないことから、本プロジェクトの業者契約においては、実稼働を踏まえた滞留日数の精算を行わないランプサム契約とする予定である。

3-2-4-3 調達・据付区分

我が国とネパール側の想定される負担事項区分を、表 3-12 に示す。ネパール側負担事項については、適切な時期に確実に実施すること、またそのために必要な予算措置を行うことを測量局と確認する。

表 3-12 負担事項区分

(1) 入札前

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本側	ネパール側 財務省 測量局	
1	銀行口座開設(B/A)		●	G/A締結後1ヵ月以内
2	銀行取極に基づく手数料の支払い			
	(1) A/Pの通知手数料		●	コンサルタント契約分
	(2) 銀行の支払い手数料		●	コンサルタント契約の前払い分
3	機材設置場所及び調整用基準点設置場所(以下、プロジェクトサイトと称す)の確保		●	プロジェクト実施前に完了する
4	プロジェクトモニタリングレポートの提出		●	詳細設計の結果を反映する

(注) ●印は担当区分を表す。

出典：調査団

(2) プロジェクト実施中

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本側	ネパール側 財務省 測量局	
1	プロジェクト関係者(日本人もしくは第三人)の相手国への入国及び滞在に必要な便宜供与		●	
2	銀行取極に基づく手数料の支払い			
	(1) A/Pの通知手数料		●	業者契約分
	(2) 銀行の支払い手数料		●	コンサルタント契約及び業者契約分
3	プロジェクトサイトにおけるプロジェクト関係者の安全確保(必要に応じ)		●	
4	プロジェクトモニタリングレポートの提出		●	G/Aに記載される頻度で提出
5	航空局及び関係機関から航空レーザ測量実施に係る以下の許可を取得する			航空レーザ測量開始前に完了する
	(1) 当該測量に使用する航空機の駐機許可		●	
	(2) 国内の飛行許可		●	
	(3) インド国境の飛行許可		●	
	(4) データ取得許可		●	
6	既存の基準点及び水準点情報の提供		●	
7	数値標高モデルの調達	●		
8	資機材の調達	●		

No.	負 担 事 項	負 担 区 分			備 考
		日本側	ネパール側		
			財務省	測量局	
9	以下に示す倉庫、施設、サイト、場所の確保 (1) 機材保管倉庫 (2) コンサルタント及び業者の仮設事務所 (3) 航空レーザ測量用航空機の駐機場所 (4) 資材置き場 (5) ソフトコンポーネントのセミナー会場(60名)			●	
10	以下に示す税金の免除・還付 (1) 法人税 (2) 個人所得税 (3) 源泉徴収税 (4) 付加価値税 (5) 物品税 (6) 関税		●	●	
11	測量機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い				
	(1) カトマンズ空港までの測量機材の輸送	●			
	(2) カトマンズ空港での免税措置及び通関手続き			●	
	(3) カトマンズ空港からタライ地域空港までの航空レーザ測量用セスナ機の輸送	●			
	(4) カトマンズ市内からプロジェクトサイトまでの内陸輸送	●			
12	以下に示す許可取得のために必要な措置につき書面で確認: (1) 据付工事に必要な許可 (2) 制限地域への進入許可			●	
13	プロジェクトサイトでの電源確保			●	
14	数値標高モデルにかかる現地測量、航空レーザ測量及びデータ処理	●			
15	資機材の据付工事、調整・試験	●			
16	以下に示す負担工事实施中の機材及びプロジェクトサイトにおける防犯				
	(1) 数値標高モデルにかかる現地測量				
	(2) 数値標高モデルにかかる航空レーザ測量	●			
	(3) 機材の据付工事中				
17	数値標高モデル及び機材の初期操作指導及び運用指導	●			
18	無償資金協力に含まれない費用の負担			●	

(注) ●印は担当区分を表す。

出典：調査団

(3) プロジェクト実施後

No.	負 担 事 項	負 担 区 分			備 考
		日本側	ネパール側		
			財務省	測量局	
1	数値標高モデル及び機材引き渡し後の当該データ及び機材にかかる防犯			●	
2	機材の適切な運用並びに維持管理体制の構築			●	
3	機材の運用・維持管理に必要な人員・予算の確保(プロジェクト完了後の定期的なメンテナンスを含む)			●	

(注) ●印は担当区分を表す。

出典：調査団

3-2-4-4 調達監理計画

(1) 調達監理の基本方針

コンサルタントは、本プロジェクトを担当するプロジェクトチームを編成し、我が国の無償資金協力ガイドライン及び概略設計の内容を踏まえ、実施設計業務・調達監理業務を円滑に遂行する義務を負う。また、コンサルタントは数値標高モデル作成（現地測量、航空レーザ測量、データ処理）、機材据付作業、調整・試運転等の現地作業進捗に併せて専門技術者を派遣し調達業者を指導・監督し、計画に基づいた工程管理、品質管理及び安全管理が実施されるよう努める。

(2) 工程監理

コンサルタントは、調達業者が契約書に明示された業務完了期限を遵守するよう求め、各週、各月毎に進捗監理を行う。工程遅延が予測される場合は、調達業者に対し注意を促すと共に対策案の提出と実施を求める。計画工程と進捗工程の比較は主として以下の項目による。

- ① 作業着手確認
- ② 出来高確認（機材工場製作及び出荷出来高）
- ③ 出来高確認（数値標高モデル）
- ④ 機材搬入実績確認
- ⑤ 実施工程表に基づく工程の監理

(3) 安全監理

調達業者の安全管理責任者と十分に協議し、作業期間中の現場における労働災害及び第三者に対する傷害並びに事故を未然に防止する。現場での安全監理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 作業に関する安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 作業用車両、運搬機械等の運行経路策定と安全走行の徹底
- ③ 労働者に対する福利厚生対策と休日取得の励行
- ④ 滞在期間中の保安対策

(4) 調達監督者

コンサルタントは以下の表 3-13 に示す要員で調達監理を行う。

表 3-13 コンサルタントの調達管理要員

要員	監理実施場所（国）	業務内容
業務主任/調達監理技術者 4（検収・引渡し等）	ネパール・日本	現地測量開始前における品質管理会議の実施、最終検査確認、検収・引渡し手続き
調達監理技術者 1（航空レーザ計測）	日本	航空レーザ計測作業進捗及び結果の監理
調達監理技術者 2（機材）	ネパール	機材据付工事監理
調達監理技術者 3（現地測量）	日本	現地測量作業の進捗及び結果の監理
検査技術者 1（製作図確認・照合・検査）	日本	製作図確認・照合・検査
検査技術者 2（データ処理）	日本	データ処理作業の進捗及び結果の監理

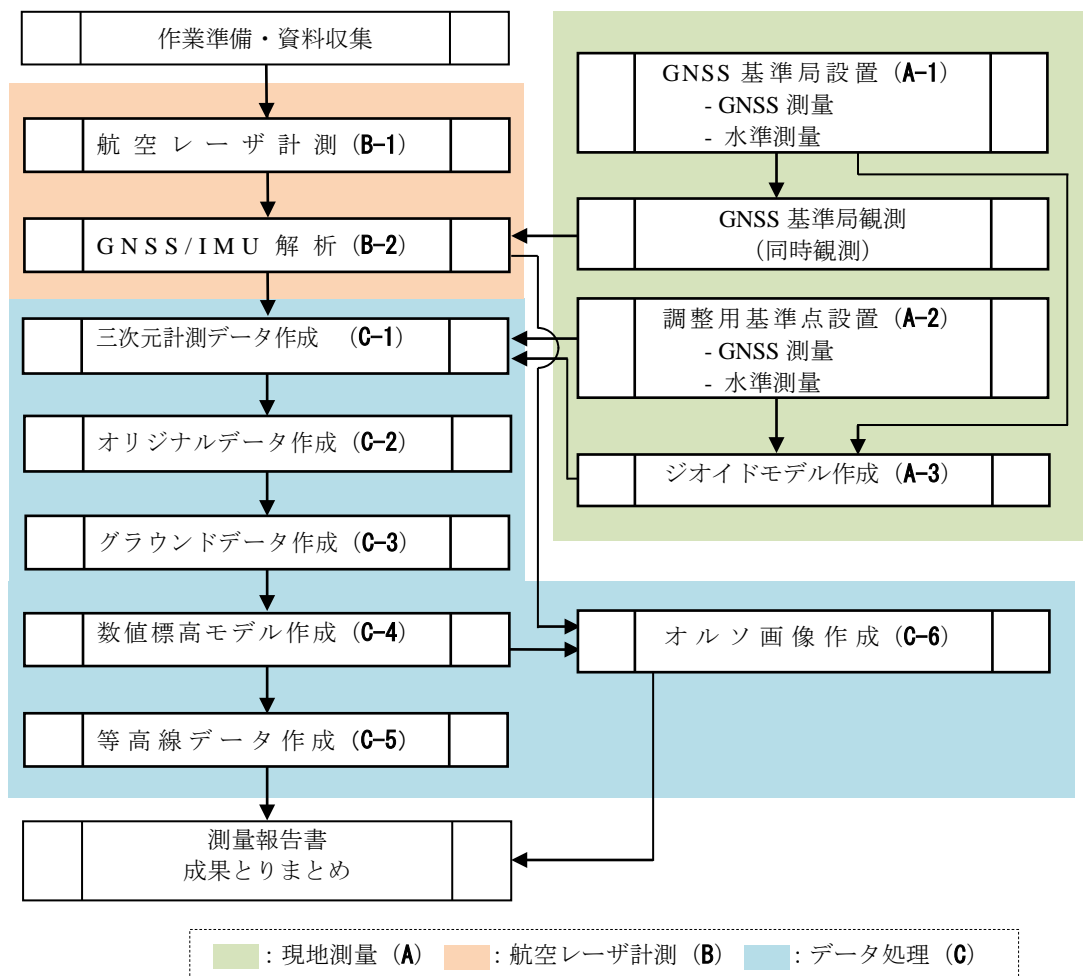
要員	監理実施場所 (国)	業務内容
検査技術者 3 (データ処理)	日本	施主によるデータ処理作業の進捗及び結果の監理
検査技術者 4 (データ処理)	日本	同上

出典：調査団

3-2-4-5 品質管理計画

(1) 数値標高モデル

数値標高モデルが仕様を満たす精度と機能を有しているか確認するため、品質管（監）理を行う。調達業者が行う精度管理は、「作業規程の準則」に詳細に定められており、作業工程ごとに点検測量や精度管理表で精度を確認する方法を採用する。図 3-21 は数値標高モデル作成作業フローにおける点検を行う工程を示した図で、表 3-14 には各工程で作成する精度管理表等の名称と、点検内容が記載されている準則の条項を示した（詳細は資料 6-2 を参照）。コンサルタントは調達業者が作成した各種記録簿や精度管理表を照査し、作業が適切に行われているか監理を行う。照査の結果品質の確保が危ぶまれる時は、直ちに調達業者に再測等必要な措置を指示する。また、コンサルタントは照査後その結果を速やかに施主へ報告し、確認を得る。表 3-15 に品質管理における担当区分及び実施時期を示す。



出典：調査団

図 3-21 精度管理・点検を行う工程(※番号は図 3-4 と同一)

表 3-14 各工程で作成する精度管理表等の書類と対応する準則の条項

No.	工程	精度管理表等	準則条項
A-1 A-2	GNSS 測量 (GNSS 基準局設置) (調整用基準点設置)	観測手簿	38 条
		観測記簿	41 条
		計算簿	40 条～43 条
		平均図	26 条
		基準点成果表	43 条
		点の記	33 条
		基準点網図	43 条
		測量標の地上写真	32 条
		点検測量簿	13 条
		観測図	37 条
		精度管理表	42 条～43 条
		GNSS 観測記録簿	37 条
		A-1 A-2	水準測量 (GNSS 基準局設置) (調整用基準点設置)
観測成果表	64 条		
平均成果表	70 条		
水準路線図	70 条		
計算簿	67 条～70 条		
平均図	57 条		
点の記	60 条		
測量標の地上写真	60 条		
点検測量簿	13 条		
精度管理表	69、70 条		
A-3	ジオイドモデル作成	ジオイドモデル点検結果	※ ¹
B-1	航空レーザ計測	航空レーザ測量システム点検記録	319 条
		計測コース図	315 条
		飛行・計測諸元計画表	315 条
		航空レーザ計測記録	322 条
		航空レーザ作業日誌	322 条
		計測漏れ点検図	322 条
		撮影コース別精度管理表	※ ³
B-2	GNSS/IMU 解析	計測時間帯の衛星数及び PDOP 図	322 条
		航跡図	322 条
		GNSS/IMU 計算精度管理表	322 条
		固定局観測記録簿	322 条
C-1	三次元計測データ作成	調整用基準点・コース間点検箇所配点図	327、328 条
		三次元計測データ点検表	326 条
		調整用基準点調査票	326 条
		コース間点検箇所残差表	327 条
		欠測率調査表	331 条
C-2	オリジナルデータ作成	調整用基準点残差表	334 条
C-3	グラウンドデータ作成	フィルタリング点検図	338 条
		グラウンドデータ作成作業精度管理表	339 条
		既存データ検証結果表	336 条
C-4	数値標高モデル作成	グリッドデータ作成作業精度管理表	342 条
		数値地形図データファイル精度管理表	345 条
C-5	等高線データ作成	等高線データ精度管理表	344 条※ ²
C-6	オルソ画像作成	オルソ画像精度管理表	※ ³
		オルソ画像位置精度管理表	※ ³
<p>※¹ プロジェクトサイト内の偏りのない 12 箇所において、GNSS 測量及び水準測量を実施し、各点のジオイド高とジオイドモデルのジオイド高との比較を行う。</p> <p>※² 等高線データの誤記及び脱落、形状の良否について点検する。</p> <p>※³ 準則では航空測量用大判カメラを前提とした作業方法が記載されているため、精度管理表の記載内容及び項目は本プロジェクトに適合した内容とする。</p>			

出典：調査団

表 3-15 数値標高モデルの品質管理における担当区分及び実施時期

No.	実施時期	調達業者	コンサルタント	施主
1	業者契約後作業開始まで	計画コース図の作成及び検査を実施	計画コース図の照査、承認（全数）	照査結果の確認
2	現地測量開始時及び中間時	精度管理表の作成及び検査を実施 ・点の記 ・点検測量簿 ・精度管理表	・既存点の点検測量結果の照査、承認 ・調達業者作成の精度管理表の照査、承認（全数）	同上
3	現地測量終了時	精度管理表の作成及び検査を実施 ・点の記 ・点検測量簿 ・精度管理表 ・ジオイドモデル点検表	・調達業者作成の精度管理表の照査、承認（全数） ・ジオイドモデル点検結果の照査、承認	同上
4	航空レーザ計測中間時及び終了時	精度管理表の作成及び検査を実施 ・航空レーザ計測記録 ・計測漏れ点検図 ・撮影コース別精度管理表 ・航跡図	調達業者作成の精度管理表の照査、承認（5%）	同上
5	データ処理中間時	精度管理表の作成及び検査の実施 ・三次元計測データ点検表 ・欠測率調査票 ・調整用基準点残差表 ・フィルタリング点検図 ・グラウンドデータ作成精度管理表 ・グリッドデータ精度管理表 ・等高線データ精度管理表 ・オルソ画像精度管理表 ・オルソ画像位置精度管理表	調達業者作成の精度管理表の照査、承認（5%）	同上
6	データ処理終了時	同上	同上	照査への立ち会い 照査結果の確認
7	成果とりまとめ完了後	測量報告書を作成し、以下の検査を実施 ・自主検査 ・引渡し検査 業務完了報告書を作成	・引渡し検査への立ち会い ・調達業者作成の測量報告書及び業務完了報告書の照査、承認	引渡し検査への立ち会い 照査結果の確認

出典：調査団

(2) 調達機材

調達機材（PC、ソフトウェア、無停電装置など）が契約図書に明示されている品質を満足するよう、品質管（監）理を実施する。表 3-16 に調達機材の品質管理で実施される主な作業内容を示す。

表 3-16 調達機材の品質管理における担当区分及び実施時期

No.	実施時期	調達業者	コンサルタント	施主
1	業者契約から機材発注まで	以下の承認図書を作成 ・仕様書 ・機材製作図 ・施工図	調達業者作成の承認図書の照査、承認	承認図書の確認

No.	実施時期	調達業者	コンサルタント	施主
2	機材出荷まで	以下の承認図書を作成 ・機材検査要領書 ・出荷検査結果 ・据付工事手順書	同上	同上
3	据付工事中	据付工事手順書に従い調達機材の据付工事を実施	据付工事に立会い、手順書のとおり工事が実施されていることを確認	必要に応じ据付工事に立会い
4	据付工事後	調整・試運転後、以下の検査を実施 ・自主検査 ・引渡し検査 以下の承認図書を作成 ・引渡し検査報告書 ・竣工図	引き渡し検査への立会い 調達業者作成の承認図書の照査、承認	引き渡し検査への立会い 承認図書の確認

出典：調査団

コンサルタントは承認図書図書を確認・照査の結果、品質の確保が危ぶまれるとき、直ちに調達業者に訂正、変更、修正を求める。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 調達国及び原産国

本プロジェクトで調達予定の機材は、基本的には現地調達となる予定である。表 3-17 に、機材の原産国一覧を示す。

表 3-17 機材原産国一覧

No.	項目	数量	原産国
1	数値標高モデル	1 式	日本
2	パーソナルコンピューター及びモニター	3 組	中国、マレーシア
3	航空撮影用ドローン	2 台	中国
4	ソフトウェア	1 式	
4-1	Pix4Dmapper	3 組	スイス
4-2	Microstation	3 組	米国
4-3	Terra Scan	3 組	フィンランド
4-4	Terra Modeler	3 組	フィンランド
4-5	ArcGIS Desktop (ArcMap) Basic	3 組	米国
4-6	ArcGIS 3D Analyst Extension	3 組	米国
4-7	Web ツール	1 組	ネパール
5	無停電電源装置	3 台	中国、トルコ

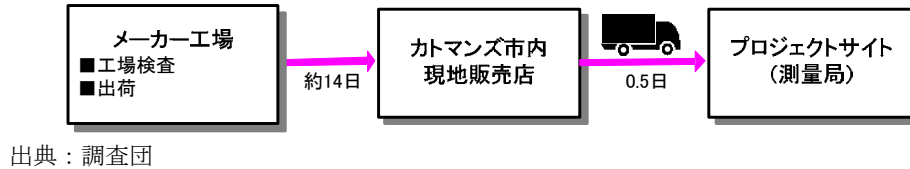
出典：調査団

(2) 機材及び測量機材輸送計画

本プロジェクトの機材及び測量機材の輸送計画を図 3-22 及び図 3-23 に示す。

【機材調達国:ネパール】

機材発注からプロジェクトサイト到着までの所要期間:約2週間



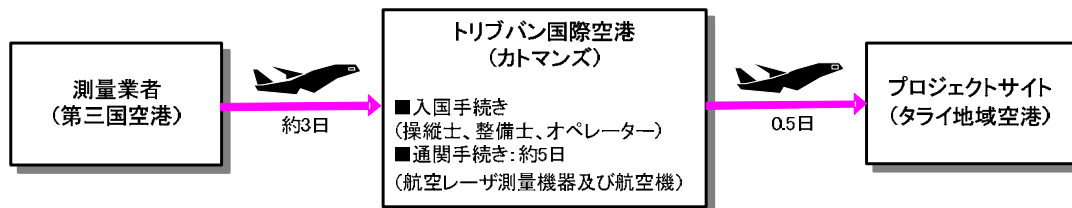
出典：調査団

図 3-22 機材輸送計画

図 3-22 に示すとおり、調達機材は、カトマンズ市内の現地販売店に発注後、約 2 週間で発送可能となる。同販売店とプロジェクトサイト（測量局）はどちらもカトマンズ市内に所在し、輸送所要時間はトラックで 30 分程度の見込み。

【資機材調達国:第三国】(航空レーザ測量用セスナ機の場合)

第三国からプロジェクトサイトまでの所要輸送期間:約9日



出典：調査団

図 3-23 測量機材輸送計画

図 3-23 に示すとおり、測量機材（航空レーザ測量用セスナ機など）は、第三国の空港からトリブバン国際空港へ輸送され、同空港で通関手続きなどを行った後、プロジェクトサイトとなるタライ地域の空港へ輸送される。第三国からネパール国内のプロジェクトサイト（タライ地域空港）までの所要輸送期間は、通関手続きを含め、最大 9 日程度である。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

測量局職員は、本プロジェクトで行う航空レーザ測量による数値標高モデル作成の経験が無い。加えて、本プロジェクトで調達する機材の使用経験も無い。従って、本プロジェクトの調達業者の派遣技術者により、実際の機材を使用した技術指導を測量局職員に対し行う必要がある。技術指導の項目、内容及び対象者（受講者）は、表 3-18 に示すとおりとする。

表 3-18 技術指導実施項目

技術指導	使用機材	内容	期間	受講者
初期操作指導	Microstation	・ソフトウェアの操作指導 ・作業用ファイルの準備及び確認方法	1 日	測量局職員 6 名
	Terra Scan	・レーザスキャンデータの読み込み方法	1 日	
	Terra Modeler	・サーフェスモデルの作成方法	1 日	
	ArcMap	・新規ファイル作成方法 ・座標系と投影方法の概要	1 日	

技術指導	使用機材	内容	期間	受講者
	Pix4Dmapper	・撮影画像データについて	1日	
		・カメラデータについて		
		・撮影時のGNSSデータについて		
空撮用ドローン	・機体の確認方法	1日		
	・バッテリーの確認方法			
Web ツール	・数値標高モデルの検索方法	1日		
運用指導	Terra Scan	・プロジェクトファイルの作成方法	1日	
	空撮用ドローン	・機体のキャリブレーション方法	1日	
		・地上基準点について		

出典：調査団

調達業者は、上記初期操作指導及び運用指導終了後、報告書をコンサルタントへ提出する。同報告書の内容が施主及びコンサルタントによって十分であることが確認された後、コンサルタントは、施主の承認をもって、調達業者へ技術指導完了証明書を発行する。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトでは、数値標高モデルを利用し、洪水対策の他水資源対策や都市計画等プロダクトやサービスの可能性を周知するとともに、今回作成される数値標高モデルを維持管理・更新する体制を構築することが必要とされている。こうした背景から測量局の数値標高モデルの運用・保守を行う職員に対し技術指導を実施し、効率的な数値標高モデルの活用を促進する。本プロジェクトのソフトコンポーネントの目標は以下のとおりである。

(1) 目標

成果1：数値標高モデルの適切な維持管理の継続

測量局職員が、調達機材の機能及び運用・維持管理方法について、基本・応用的技術を理解し、調達機材が将来に亘り継続的に有効活用される。また、調達機材を活用して継続的に数値標高モデルを維持管理することができる。その中で、洪水対策分野についても数値標高モデルを適切に更新・維持管理するための能力が強化される。

成果2：数値標高モデルの利活用の促進

数値標高モデルの利用可能性が国民に広く認知され、国民が詳細数値標高モデルを容易に入手、活用できる環境が構築される。また、測量局職員が数値標高モデルの利用方法について理解し、調達機材を活用して各種主題図を作成することができる。また洪水対策の関連組織から地形変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。

(2) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

ソフトコンポーネントの活動計画を表 3-19 及び表 3-20 に示す。なお、ソフトコンポーネント計画の詳細は、資料 5「ソフトコンポーネント計画書」に示すとおりである。

表 3-19 ソフトコンポーネント活動計画(成果 1:数値標高モデル維持管理)

成果対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
前期 第1回現地指導(座学、計画書・手順書作成指導及び実機演習)			
成果 1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新 対象者・人数			
(1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	<ul style="list-style-type: none"> ドローン写真測量全般の講習(原理、ワークフローなど) ドローン測量計画(撮影計画、標定点配置)、現地作業(操縦、安全対策)、取得データ解析方法の講習及び実習 新旧数値標高モデルの管理方法講習及び実習 	実習エリアの測量結果 1)調整計算結果 2)点群データ 3)オルソ画像	0.53 M/M (16日) 移動[羽田→カトマンズ]含む
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	<ul style="list-style-type: none"> 各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の手順書を受講生が完成させる。 <ul style="list-style-type: none"> ドローン運用手順書(操縦、メンテナンス、安全対策等) ドローン写真測量による数値標高モデル作成手順書 ドローン写真測量による数値標高モデル更新手順書(既存数値標高モデルのドローン写真測量による局地的更新) 数値標高モデル維持管理手順書 	1)ドローン運用手順書(操縦、メンテナンス、安全対策等) 2)ドローン写真測量による数値標高モデル作成手順書 3)ドローン写真測量による数値標高モデル更新手順書 4)数値標高モデル維持管理手順書	0.13 M/M (4日)
成果 1-2 点群データ処理 対象者・人数			
(1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員(6名)	<ul style="list-style-type: none"> 座学による測量手法別(ドローン写真測量、航空レーザ測量、地上レーザ測量等)の点群データ取得原理及びワークフローの講習 自動処理及びマニュアル処理によるグラウンドデータ抽出(フィルタリング)実習 グリッドデータ作成講習及び実習 等高線データ作成講習及び実習 	実習エリアの各種データ 1)グラウンドデータ 2)グリッドデータ 3)等高線データ	0.30 M/M (9日)
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	<ul style="list-style-type: none"> 各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の手順書を受講生が完成させる。 <ul style="list-style-type: none"> グラウンドデータ抽出手順書 グリッドデータ作成手順書 等高線データ作成手順書 	1)グラウンドデータ抽出手順書 2)グリッドデータ作成手順書 3)等高線データ作成手順書	0.17 M/M (5日) 移動[カトマンズ→羽田]含む
後期 第2回現地指導(前期成果の確認、評価及び見直し)			
成果 1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新 対象者・人数	第1回現地指導実施後(概ね1ヶ月後)、前期成果定着後の測定及び改善が必要な場合の対策を行う。		

成果対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
(1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。 測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	課題エリアを設け、測量局職員独自で計画・撮影・解析・成果作成を行う。 ・各種作業の実施状況、課題の確認 ・故障発生及び修理対応状況と課題の確認	課題エリアの測量結果 1) 調整計算結果 2) 点群データ 3) オルソ画像	0.50 M/M (15 日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。 測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	・課題の手順書等への反映指導 ・故障発生及び修理対応の手順書等への反映指導	各種手順書改訂版	0.07 M/M (2 日)
成果 1-2 点群データ処理対象者・人数	第 1 回現地指導実施後 (概ね 1 ヶ月後)、前期成果定着後の測定及び改善が必要な場合の対策を行う。		
(1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。 測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	課題エリアを設け、測量局職員独自でデータ処理・成果作成を行う。 ・各種作業の実施状況、課題の確認	課題エリアの測量結果 1) グラウンドデータ 2) グリッドデータ 3) 等高線データ	0.17 M/M (5 日)
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。 測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員	・課題の手順書等への反映指導	各種手順書改訂版	0.13 M/M (4 日) 移動 [カトマンズ→羽田] 含む

出典：調査団

表 3-20 ソフトコンポーネント活動計画(成果 2:数値標高モデル利活用促進)

成果対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
前期 第 1 回現地指導 (セミナー準備、座学、手順書作成指導) 対象者・人数			
(1) 詳細数値標高モデルの仕様や利用可能性が多くの人々に認知される。 測量局 (3名) : 地理情報基盤部でデータ販売を担当する職員	・数値標高モデルの仕様や利用例を紹介するセミナーの開催準備を行う。 ・数値標高モデルに関するパンフレット (案)を作成する。	パンフレット (案)	0.20 M/M (6 日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む

成果対象者	活動	成果品	実施リソース(所要 M/M)
<p>(2) DTM/DSM から各種主題図(縦横断面図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰図、傾斜区分図、差分図)を作成することができる。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> 各種主題図作成講習及び実習 各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の主題図作成手順書を受講生が完成させる <ul style="list-style-type: none"> 縦横断面図 陰影図 等高線図 標高段彩図 鳥瞰図 傾斜区分図 差分図 	<p>以下に関する主題図作成手順書</p> <ol style="list-style-type: none"> 縦横断面図 陰影図 等高線図 標高段彩図 鳥瞰図 傾斜区分図 差分図 	<p>0.10 M/M (3日)</p>
<p>(3) DTM/DSM から任意の地形変化量(堆砂変化量等)に関する解析を行うことができる。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> 堆砂変化量に関する解析講習及び実習 講習及び実習に基づき、講師の指導下において堆砂変化量に関する解析手順書を受講生が完成させる 	<p>堆砂変化量に関する解析手順書</p>	<p>0.13 M/M (4日) 移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>
<p>(4) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、および数値標高モデル利用による洪水対策の取り組みを理解する。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> 東部タライ地域タライ地域における河川の河床上昇問題、河岸浸食、および道路盛り土に起因する洪水災害の現状に関する講習を実施する。 数値標高モデルにより精緻な氾濫解析が可能となり、正確なハザードマップが作成され、これをもとにより適切な洪水対策の実施が可能となることを解説する。 講師の指導下で洪水対策への数値標高モデルの利用に関して説明したパンフレット案を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> 「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組み」に関する説明書 同パンフレット案 	<p>0.17 M/M (5日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>
<p>(5) 洪水対策の関連組織から地形・地理変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> 適切な治水事業・河川管理を行うためには、河川地域での地形・土地利用変化があった場合、その場所の数値標高モデル情報を更新する必要がある。このため河川管理あるいはインフラ建設の担当行政機関などからの測量局への当該地形・地理変化に関するフィードバックを得ることが重要となり、このことが洪水対策関連組織に認知されることが必要であることを説明する。 セミナーで説明するために講師の指導下でパンフレット案を作成する。(セミナーは洪水対策担当組織を対象とする。) 	<ul style="list-style-type: none"> 防災に必要とされる地形変化に関する洪水対策関連組織からフィードバックされる情報の整理 同パンフレット案 	<p>0.23M/M (7日) 移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>
<p>後期 第2回現地指導(技術移転成果の確認、評価及び見直し)</p> <p>対象者・人数</p>			

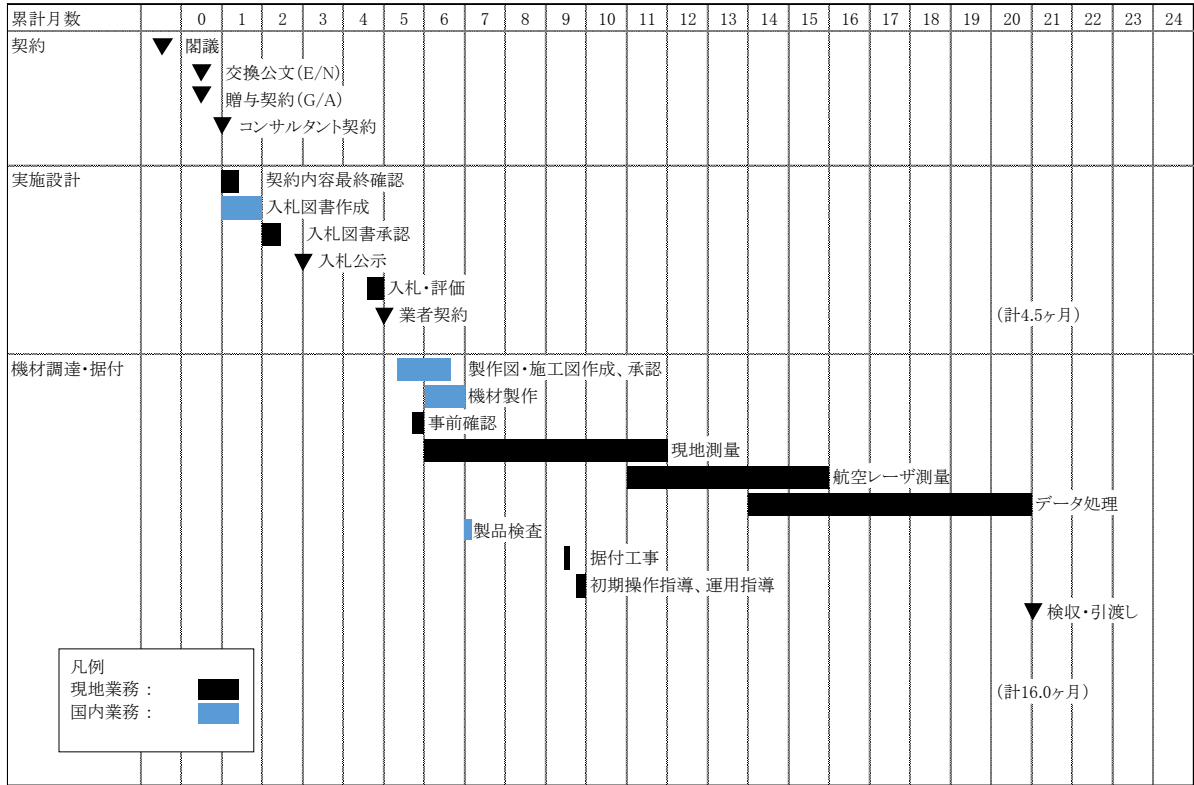
成果対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
<p>(1) 詳細数値標高モデルの仕様や利用可能性が多く機関・人々に認知される。</p> <p>測量局・道路局・森林研究訓練センター・水文気象局・水資源灌漑局・鉱山地質局・国際総合山岳開発センター (ICIMOD)・ドナー等 (60名)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・利用想定機関の関係者 60 人程度を招待し、数値標高モデルの仕様や利用例を紹介するセミナーを開催する。 ・セミナーの効果をアンケート、メディア報道から把握する。 ・パンフレットを作成する 	<p>1)関係機関へ認知度に関するアンケート調査結果</p> <p>2)新聞及び TV における報道内容、頻度の調査結果</p> <p>3)数値標高モデルに関するパンフレット</p>	<p>0.30 M/M (9日)</p> <p>移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>
<p>(2) 提供担当者が、詳細数値標高モデルの仕様や利用例を説明できる。</p> <p>測量局 (5名) : 地理情報基盤部でデータ販売を担当する職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測量局の詳細数値標高モデル提供担当者に対し、詳細数値標高モデルの仕様や利用例について、指導する。 ・その結果を対利用者マニュアルとしてまとめさせる。 	<p>対利用者詳細数値標高モデル説明マニュアル</p>	<p>0.10 M/M (3日)</p>
<p>(3) DTM/DSM から各種主題図 (縦横断図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰図、傾斜区分図、差分図) を作成することができる。</p> <p>測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・課題の手順書等への反映指導 	<p>各種手順書改訂版</p>	<p>0.10 M/M (3日)</p>
<p>(4) DTM/DSM から任意の地形変化量 (堆砂変化量等) に関する解析を行うことができる。</p> <p>測量局 (6名) : 地形調査・土地利用管理部及び地理情報基盤部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・課題の手順書等への反映指導 	<p>手順書改訂版</p>	<p>0.17 M/M (5日)</p> <p>移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>
<p>(5) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、および数値標高モデル利用による洪水対策の取り組みを理解する。</p> <p>(1)と同様の参加者 60名</p>	<p>講師の指導下で洪水対策への数値標高モデルの利用に関して説明したパンフレットを作成してその内容をセミナーにおいて説明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組み」に関するパンフレット 	<p>0.13M/M (4日)</p> <p>移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>
<p>(6) 洪水対策の関連組織から地形・地理変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。</p> <p>(1)と同様の参加者 60名</p>	<p>数値標高モデル更新と維持管理に関し、防災関連組織からフィードバックされる地形・地理変化情報についてパンフレットを作成して、その内容をセミナーにおいて説明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「数値標高モデル更新における防災関連組織からのフィードバックされる地形情報」に関するパンフレット 	<p>0.17 M/M (5日)</p> <p>移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>

出典：調査団

3-2-4-9 実施工程

我が国の無償資金協力ガイドラインに基づき作成した事業実施工程を表 3-21 に示す。本プロジェクトの所要工期は実施設計及び数値標高モデル/機材調達・据付完了までを含め約 20.5 カ月となる。

表 3-21 事業実施工程表



出典：調査団

3-2-5 安全対策計画

(1) プロジェクトサイトの治安状況

プロジェクトサイトとなるタライ地域では、ネパール南部の民族系グループが中心となり、憲法草案（特に州境画定案）を巡り、バンダと呼ばれるゼネストが実施されている。更に、ゼネストに従わない者の車両等が暴力的な攻撃を受けるなどしている。また、政府庁舎や警察署・交番等の警察施設に対する抗議グループによる攻撃や抗議グループと治安部隊との衝突が度々発生し、治安部隊・抗議グループ双方から死傷者が出ている。こうした状況にあつて、治安部隊はときには催涙弾や実弾を発砲するなどして鎮圧している状況にある。

(2) プロジェクトサイトにおける安全対策

第(1)項に示すとおり、現地の治安状況を鑑みて、現地での作業に関しては、不要不急、夜間の外出は極力避けるようにして、携帯電話は常時身に付けておき、連絡が取れるようにしておくことが必要である。なお、既設基準点及び水準点の調査、新設のGNSS基準局及び調整用基準点のための選点作業に参加する測量局職員とともに、以下の事に十分注意して作業を実施する。

- 3 カ月以上の長期滞在者は到着後遅滞なく在ネパール大使館に在留届を提出する
- 最新情報を入手する
- 安全な交通手段を利用する
- 危険な場所、不審物に近づかない
- デモ・集会等の実施場所には近づかない
- 盗難被害にあわないために貴重品の管理を徹底する
- 薬物事件に巻き込まれないようにする
- 海外旅行保険への加入

3-3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトの実施に際し、数値標高モデル及び機材調達には日本側が負担し、同作業の実施前に必要となる航空レーザ測量実施に係る許可の取得などはネパール側負担とする。ネパール側負担事業のうち、主要事項を以下に示す。

(1) 銀行取極めに基づくネパール銀行口座への支払い手数料（B/A、A/P 等の銀行口座開設）

財務省は、本プロジェクトの以下に示す手数料を負担する。

- A/P の通知手数料
- コンサルタント契約及び業者契約の支払いに係る銀行の支払い手数料

(2) 機材設置場所及び GNSS 基準局及び調整用基準点設置場所の確保

調達機材の設置場所は、測量局庁舎内に決定している。また庁舎内では既に既存のサーバーが存在し、空調・電源等も比較的安定して供給されている。

現地測量開始前に、本プロジェクトの調達監理を担当するコンサルタントの日本人派遣技術者が、測量局職員に対し上記各作業の進捗を確認する。そして綿密な工程計画の策定、作業開始前に必要な作業の打合せなどを行い、所定の工期で機材の据付作業が円滑に開始できるような体制を確立する。

(3) 電源の確保

測量局は、調達機材の電源を確保する。電源容量の増設、電源ケーブルの敷設などが必要な場合、据付作業開始前に測量局負担により作業を行う。

(4) プロジェクト関係者（日本人/第三人）のネパールへの入国・滞在に必要な便宜供与

本プロジェクトの現地測量、航空レーザ計測、データ処理の各業務において、日本人技術者の他、第三人技術者も業務に従事することを想定しているため、測量局は、これらの関係者の入国・滞在のために必要な手続き・許可（入国許可、滞在許可）などを行う。滞在期間について、通常の観光ビザでは最長 90 日の滞在が可能であるが、本プロジェクトの業務においては、労働ビザの取得が望ましい。この労働ビザは作業従事期間に応じた滞在ビザの申請が可能である。

(5) 航空レーザ測量実施に係る許可の取得

測量局は、調達業者が航空レーザ測量を開始する前に航空局、防衛相、警察、インド当局他に対して以下の許可の取得を完了する。

- 当該測量に使用する航空機の駐機許可
- 国内の飛行許可
- インド国境の飛行許可
- データ取得許可

(6) 測量機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い

第3-2-4-6(2)項「機材及び測量機材輸送計画」で述べたように、調達機材は、カトマンズ市内の現地販売店に発注後、約2週間で発送可能となる。同販売店とプロジェクトサイト（測量局）はどちらもカトマンズ市内に所在し、輸送所要時間はトラックで30分程度の見込みである。

同様に測量機材（航空レーザ測量用セスナ機など）は、第三国の空港からトリブバン国際空港へ輸送され、同空港で通関手続きなどを行った後、プロジェクトサイトとなるタライ地域の空港へ輸送される。第三国からネパール国内のプロジェクトサイト（タライ地域空港）までの所要輸送期間は、通関手続きを含め、最大9日程度である。測量局は同機材の通関、免税などに係る手続きを行う。

(7) 倉庫、施設、サイト、場所の確保

測量局は、以下に示す倉庫、仮設事務所、資材置き場などの場所を確保する。

- 機材保管倉庫
- コンサルタント及び調達業者の仮設事務所
- 航空レーザ測量用航空機の駐機場所
- 資材置き場
- ソフトコンポーネントセミナー会場（約60名）

(8) 免税措置

本プロジェクトに係る税金、免税・還付の可否、手続きを表3-22に示す。

表 3-22 本プロジェクトに関連する税金

税の種類	本プロジェクトに関連する税目	税率 (%)	法・規制	免税/還付	備考
企業の所得に課される税金（法人税など）	① 本邦企業に対する法人税	-	Income Tax Act 2002 (2059) Chapter 4.10	免税	交換公文(E/N)及び贈与契約(G/A)への記載があれば諸官庁手続きは不要。
	② 第三国企業に対する法人税	20-30	Income Tax Act 2002 (2059) Chapter 2	対象外	-
	③ 現地請負企業に対する法人税	20-30	同上	対象外	-
企業の従業員の所得	④ 邦人に対する個人所得	-	Income Tax Act 2002	免税	交換公文(E/N)及び贈与契約(G/A)への記載があれば諸官庁手続きは不要。

税の種類	本プロジェクトに関連する税目	税率 (%)	法・規制	免税/還付	備考
得に課される税金 (個人所得税など)	税		(2059) Chapter 4.10		
	⑤ 第三人に対する個人所得税	-	同上	免税	同上
	⑥ 現地請負者に対する個人所得税	5-25	Income Tax Act 2002 (2059) Chapter 2	対象外	-
	⑦ 邦人に対する源泉徴収税		Income Tax Act 2002 (2059) Chapter 4.10	免税	交換公文 (E/N) 及び贈与契約 (G/A) への記載があれば諸官庁手続きは不要。
	⑧ 第三人に対する源泉徴収税		同上	免税	同上
	⑨ 現地請負者に対する源泉徴収税	5-15	Income Tax Act 2002 (2059) Chapter 17	対象外	-
付加価値税 (VAT) などの間接税	⑩ 付加価値税 (VAT)	13	Value Added Tax Act, 1996 (2052) Section 25	還付	<ul style="list-style-type: none"> ■ 申請先: 地方税務署 (IRO) ■ 事業者登録番号 (W-PAN) 取得手続き (約 2 週間) <ol style="list-style-type: none"> 1. 業者から IRO に対して税務依頼登録レター (所定申請フォーム、契約書、パスポート、委任状) を提出 2. IRO が業者に対して税務登録証 (W-PAN) を発行 ■ 還付手続き (約 2~3 カ月) <ol style="list-style-type: none"> 1. 業者は、W-PAN 登録を実施する。 2. 業者は、Web 還付申請用の ID、PW を入手する。 3. 業者は、IRO の Web サイトで還付申請の電子入力を行う。 4. 業者から実施機関担当部署 (測量局) 宛に還付推薦依頼レターを提出する。 5. 業者は、実施機関担当部署 (測量局) から還付推薦状を受領する。 6. 業者は、IRO へ還付推薦状と共に INVOICE を本書、電子入力のアウトプットを提出する。 7. IRO が内容を精査する。 8. IRO から業者に対し、小切手による還付がなされる。
	⑪ 物品税	物品毎に設定	Excise Act 2001 (2058)	還付	同上
資機材の輸入及び再輸出の際に課される税金や手数料	⑫ 関税	0-80	Custom Act, 2064 (2007)	免税	<ul style="list-style-type: none"> ■ 申請先: 測量局、国土管理・協同組合省、財務省、税関局 ■ マスターリスト承認手続き (約 2~3 カ月) <ol style="list-style-type: none"> 1. 業者から実施機関 (測量局) に対してマスターリスト承認依頼レターを提出する。 2. 業者は、実施機関 (測量局) 及び管轄上位機関省庁 (国土管理・協同組合省) の承認を得る。 3. 直轄上位省庁 (国土管理・協同組合省) は、承認依頼レターとマスターリストを財務省に提出する。 4. 財務省は、実施機関 (測量局) 及び税関局へマスターリストの承認を通知する。 ■ 免税手続き (約 30 日) <ol style="list-style-type: none"> 1. 業者は、輸入の都度、実施機関担当部署 (測量局) に対して、免税依頼文書 (INVOICE (写)、Packing List (写)、B/L (写)、原産地証明書 (オリジナル)、輸送保

税の種類	本プロジェクトに関連する税目	税率 (%)	法・規制	免税/還付	備考	
					険証券(写)を提出する。 2. 実施機関担当部署(測量局)が税関に対して、免税レターを提出する。 3. 税関局内で承認済マスターリストと提出書類を照合し、免税を承認する。 4. 税関局が関係税関事務所へ免税レターを提出する。	
その他、優先的に免税を確保すべき税目	⑬	燃料に係る VAT	13	Nepal Oil co-operation's tentative price list	還付	還付手続きは⑩と同様
		燃料に係る 政府税	-		対象外	政府税は以下で構成される。 1. 関税 2. 道路維持管理税 3. 政府インフラ税 4. 排出課徴金 5. 価格固定基金 6. ネパール航空局航空燃料税

出典：調査団

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

本プロジェクトで作成する数値標高モデル及びオルソ画像は、今後ネパールの関係機関などで洪水対策やインフラ開発計画などに利用されると期待される。本プロジェクト実施後は、それら成果物がネパール国内に広く周知及び利活用されるよう、測量局によって運営が行われる。データの公開及び流通は、プロジェクトの実施部署である GIID が担当する。第 1-1-3 (2) 項 4) に示したように、GIID は既存のデジタルデータの提供を担当していることから、本プロジェクト成果を提供するための人員増強は必要ない。一方で、測量局は航空レーザによる数値標高モデルを初めて取り扱うことになるため、データ処理技術、数値標高モデルの利活用技術及び維持管理技術の習得を要望している。本プロジェクトでは、データ加工及び閲覧用パーソナルコンピューター、ソフトウェアなどの調達機材による数値標高モデルの運営管理と、地形や河道の経年変化に対するデータ更新のための技術など、数値標高モデルの維持管理のための技術研修を目的としたソフトコンポーネントを実施し能力強化も図る。これらの機材と技術研修により、数値標高モデルの運営・維持管理体制を構築する。

(2) 数値標高モデルの更新・維持管理

数値標高モデルはその地域の地盤の標高をモデル化したデータのため、一般的に大規模な地形改変がない限り更新の必要はない。しかしタライ地域は、第 1-1-2 項で示したように河床の上昇や河道の変化がみられるため、地形変化が想定される範囲では数値標高モデルの更新が必要である。このような河川は植生も少ないことから、写真測量手法による数値標高モデルの作成が可能である。本プロジェクトで調達する空撮用ドローンを使用した数値標高モデル作成の技術指導をソフトコンポーネントの中で実施し、数値標高モデルの継続的な更新・維持管理を測量局が実施できるようにする。

(3) 調達機材の維持管理

本プロジェクトで調達するパーソナルコンピューター、無停電電源装置などの機材は、頻繁に

交換が必要となる消耗品、交換部品などは含まれない。これらの機材は屋内に設置して使用されるため、以下の点に留意した運営・維持管理計画を策定する。

- ・ 機材内部へのホコリの混入を予防するため、室内を清潔に保つ。
- ・ パーソナルコンピューターのオーバーヒートを防ぐため、室温が高くなる夏期使用時は空調を使用しながら、当該機材を使用する。

当該機材は現地調達が可能であるため、メーカー保証期間以降に故障が発生した場合、現地販売店から交換品を調達する。また、数値標高モデルの維持管理用に調達する空撮用ドローンについては、プロペラ、バッテリーなどの交換部品・消耗品が含まれるため、現地販売店から必要な数量を調達する計画とする。

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) 日本国側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表

(2) ネパール側負担経費

相手国側（財務省）負担経費 約 506 万円

表 3-23 財務省負担事項に係る費用

No.	負担事項	見積額 (NPR)	備考
入札前			
1	銀行口座開設 (B/A)	0	G/A締結後1ヶ月以内
2	銀行取極に基づく手数料の支払い	5,000	コンサルタント契約分 5,000 NPR/回 x 1回 = 5,000 NPR
	(1) A/P通知手数料		
	(2) 銀行支払い手数料	1,180,000	入札前の時点でコンサルタント契約及び業者契約分の予算を確保する。
プロジェクト実施中			
3	銀行取極に基づく手数料の支払い	5,000	業者契約分 5,000 NPR/回 x 1回 = 5,000 NPR
	(1) A/P通知手数料		
	(2) 銀行支払い手数料	-	コンサルタント契約及び業者契約分 上記2(2)に含む
4	以下に示す税金の免除・還付	2,370,000	■ VAT 還付分 160,940 USD x 13% = 20,922.2 USD ≒ 2,370,000 NPR
	(1) 法人税	1,410,000	■ 航空燃料VAT還付分 10,425,700 JPY (想定燃料費) x 13% = 1,355,343.6 JPY ≒ 1,410,000 NPR
	(2) 個人所得税		
	(3) 源泉徴収税		
(4) 付加価値税(VAT)	320,000	■ 航空オイルVAT還付分 2,391,350 JPY x 13% = 310,875.5 JPY ≒ 320,000 NPR	
(5) 物品税			
(6) 関税			
	合計	5,290,000	

出典：調査団

表 3-24 測量局負担事項に係る費用

No.	負担事項	見積額 (NPR)	備考
入札前			
1	機材設置場所及びGNSS基準局及び調整用基準点設置場所(以下、プロジェクトサイトと称す)の確保	0	
2	プロジェクトモニタリングレポートの提出	0	
プロジェクト実施中			
3	プロジェクト関係者(日本人もしくは第三人)の相手国への入国及び滞在に必要な便宜供与	0	
4	プロジェクトサイトにおけるプロジェクト関係者の安全確保(必要に応じ)	0	
5	プロジェクトモニタリングレポートの提出	0	
6	航空局から航空レーザ測量実施に係る以下の許可を取得する (1) 当該測量に使用する航空機の駐機許可 (2) 国内の飛行許可 (3) インド国境の飛行許可 (4) データ取得許可	0	
7	以下に示す倉庫、施設、サイト、場所の確保 (1) 機材保管倉庫 (2) コンサルタント及び業者の仮設事務所 (3) 航空レーザ測量用航空機の駐機場所 (4) 資材置き場 (5) ソフトコンポーネントセミナー会場(最大60名)	155,000	■セミナー会場代：60名分 (PA、プロジェクター費用込み)
8	以下に示す税金の免除・還付 (1) 法人税 (2) 個人所得税 (3) 源泉徴収税 (4) 付加価値税 (5) 物品税 (6) 関税	0	
9	測量機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い	0	
	カトマンズ空港での免税措置及び通関手続き	0	
10	以下に示す許可取得のために必要な措置につき書面で確認: (1) 据付工事に必要な許可 (2) 制限地域への進入許可	0	
11	プロジェクトサイトでの電源確保	0	
12	無償資金協力に含まれない費用の負担	0	
	合計	155,000	

出典：調査団

(3) 積算条件

- ①積算時点： 令和1年10月
- ②為替交換レート： 1 USD = 108.36 円
1 NPR = 0.95602 円

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費

本プロジェクトで調達される数値標高モデルは、第 3-4 節で示した体制で運営・維持管理が実

施される。測量局は既存の部署・要員で運営・維持管理を行うため、人件費については、本プロジェクト実施に伴う増額はないが、調達機材に係る電気代、交換部品・消耗品費など、表 3-25 に示す費用が増額となる。

表 3-25 本プロジェクト実施後の運営・維持管理費(増加分)

費目	対象機材	費用 (NPR)	備考
1. 電気代	パーソナルコンピューター及びモニター	17,300	年間使用時間：6 時間/日 x 24 日/月 x 12 カ月 = 1,728 時間 消費電力：パーソナルコンピューター3 台 (300W x 3) + モニター3 組 (110W x 3) = 1,230W 電気代：年間使用時間 x 消費電力 x 平均電気代 = 1,728 時間 x 1,230 W x 8.14 NPR/kWh* = 17,301 NPR
	無停電電源装置	6,500	年間使用時間：6 時間/日 x 24 日/月 x 12 カ月 = 1,728 時間 消費電力：155W x 3 台 = 465 W 電気代：年間使用時間 x 消費電力 x 平均電気代 = 1,728 時間 x 465 W x 8.14 NPR/kWh* = 6,540 NPR
2. 交換部品・消耗品費	空撮用ドローン (プロペラ)	2,100	交換部品代：プロペラ (4 枚 1 組) 150 NPR x 14 組 = 2,100 NPR ※ 交換頻度は 20 回前後のフライトで 1 回とし年間 14 回の交換を想定。
	空撮用ドローン (バッテリー)	31,400	交換部品代：バッテリー 31,380 NPR x 1 個 = 31,380 NPR ※ 使用可能期間は 1 ~ 2 年で充電回数は約 100 回とした場合。
合計		57,300	

*電力平均価格 8.14 NPR/kWh は、NEA (Nepal Electricity Authority) の年次報告書より引用
出典：調査団

(2) 機材の更新

本プロジェクトで調達する主な機材の耐用年数は、概ね表 3-26 に示す年数と見込まれる。そのため、測量局は適切な運営・維持管理を行うために、各機材の耐用年数 (更新時期) を想定した予算の確保が必要である。

表 3-26 本プロジェクトにおける機材の更新時期

No.	機材名	更新時期 (耐用年数)
1	パーソナルコンピューター及びモニター	4
2	航空撮影用ドローン	5
3	ソフトウェア	3
4	無停電電源装置	5

出典：調査団

3-6 数値標高モデルの品質保証期間

品質保証期間は、成果品引き渡し後 1 年間とする。成果品が仕様の通りに作成されていない場合について保証の対象とし、修正作業は調達業者が行う。ただし、水部や橋の下などの物理的にレーザが透過せず取得できない場所は、現地状況と異なる場合であっても保証の対象とならない。また、撮影、計測日以降に変化した地形、地物についても保証の対象とならない。

3-7 数値標高モデルの利用計画

3-7-1 数値標高モデルの利用計画（ハザードマップ以外）

(1) 数値標高モデルの利用計画

第 2-1-5 項にて数値標高モデルの利活用が期待される政府機関等の利用ニーズ等についてまとめたが、本プロジェクトで整備される数値標高モデルの仕様を勘案すると表 3-27 に示す利用計画が期待される。

表 3-27 各組織における数値標高モデルの利用

組織	数値標高モデルの利用
水資源灌漑局の灌漑プロジェクト部門	灌漑計画用に作成する縮尺 1:5,000 地形図の等高線及び標高点の作成
道路局	道路管理用 GIS における地形を詳細に表現するレイヤとしての活用
森林訓練研究センター	4 点/m ² の点群密度での表層データ（もしくは生データ）を活用した森林の地上バイオマス量の把握
鉱山地質局	タライ地域におけるプロジェクトで必要となる地質図作成に利用
トリブバン大学地理学部	さまざまな研究テーマ（地形による水害のリスクを踏まえた土地利用計画や居住地計画、灌漑計画、洪水解析、洪水予報、洪水に強い農業など）での活用
国際総合山岳開発センター	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水氾濫計算、土砂災害解析等の実用化 ・4 点/m² の点群密度での表層データ（もしくは生データ）を利用した森林の地上バイオマス量の算定
民間部門	大縮尺のオルソ画像の作成や各種大縮尺地図作成作業の省力化や高精度化
援助機関	<ul style="list-style-type: none"> ・道路や鉄道等のインフラ整備における計画や設計 ・水資源開発

出典：調査団

(2) 数値標高モデル利用促進方策

本プロジェクトの成果である数値標高モデルは、デジタルデータであり、そのままでは当該国にとって有益な成果とはならない。数値標高モデルを洪水ハザードマップの作成や、灌漑計画その他インフラ整備計画等に活用して初めて意義のある成果となる。

このため、数値標高モデルについてネパール国内に広く周知するとともに、利用者にとって入手しやすく、扱いやすいデータとする必要がある。また、見えにくい成果であることから我が国支援の成果であることのビジビリティの確保と、著作物としての帰属を明確にしておく必要がある。

る。このような観点から、事業を進めるにあたって以下の活動を行う。

1) web サイトの充実

提供される数値標高モデルが具体的にどのようなデータであるか、また、どのような目的に活用されることが期待されるのかなどについて、写真や図を用いながら分かりやすい情報提供を行う。

2) さまざまな仕様の製品の提供

数値標高モデルは格子状の標高データの集まりである。本プロジェクトの対象地域は約 15,000 km² と広範囲であるため、全データを 1 ファイルにまとめると巨大なファイルとなり、参照や管理が難しくなる。このため、利用者にとって扱いやすく処理しやすいという観点から適切なファイルサイズを設定する。

また、測量局が作成・提供する地形図の座標系は、ネパール独自の測地基準と投影法に基づいているが、ICIMOD や WB などのドナー等が関わるプロジェクトでは、地理空間情報の作成において、世界測地系である WGS84 に基づき、投影法として UTM を採用することが一般的であると見られる。このため、ネパール測地基準と投影法に基づく数値標高モデルと、世界測地系に基づく数値標高モデルを提供する。

さらに、森林バイオマスの算定には、最終成果である数値標高モデルに加えて、森林の樹冠の高さを得るために原データが必要である。このため、利用者のニーズに応じて原データの提供にも対応する必要がある。

3) 入手しやすい製品の提供

数値標高モデルの利用を促進する観点からは、提供は無償で行われることが理想的であるが、有償提供の場合であっても、できるだけ安価で提供するようにする。これにより、データ購入の予算が乏しい大学や、政府機関からの受注を主とするコンサルタントでの活発な利用が期待される。

また、数値標高モデルを入手するために測量局に出向いてから、実際にデータを入手するまでの時間をできるだけ短くするために、注文から入手までの時間を短縮するツールの開発を行う。

4) セミナーの開催

数値標高モデルの仕様や入手法、利用可能性について利用が期待される多くの機関・人々に紹介し、その利用促進を図るため利用想定機関の関係者を集めて、数値標高モデルの仕様や利用例を紹介するセミナーを開催する。

5) 著作権の明確化と我が国支援のビジビリティの確保

本プロジェクトで作成する数値標高モデルの著作権は測量局に帰属するものとするが、我が国は当該数値標高モデルを使用する権利を有するものとする。また、数値標高モデルの提供時に同時に提供する仕様説明のファイル等に、我が国の無償資金協力で作成したものであることをロゴマークも加えて記述するなど、我が国支援のビジビリティを高める。

3-7-2 洪水対策への数値標高モデルの利用

タイ地域は平坦であるため、洪水対策の諸活動のためには既存 1:25,000 地形図の 10m 等高線では不十分だとされている。誤差 50cm 以下の詳細数値標高モデルが、各組織では表 3-28 のような分野で必要とされている。数値標高モデルで解決できる主な問題は次のとおりである。

- ① 数値標高モデル測量時点での河床の状況が把握できる。これを将来の河床上昇の基準値 (reference) とすることができる。
- ② 河床上昇の変化を把握してより適切な構造物対策を計画できる。
- ③ 河岸・河床の浸食・堆積の変化を把握して堤防・河岸の浸食・決壊のリスクを予測できる
- ④ 道路盛土の洪水による越水リスクを解析できる。
- ⑤ より詳細な氾濫解析が可能となり、精緻なハザードマップが作成され、これをもとにより適切な予報・警報、避難活動、救援活動など非構造物対策の実施が可能となる。

なお、適切な治水事業・河川管理を行うためには、河川地域での地形・地理的变化があった場合、その場所の数値標高モデル情報を更新する必要がある。このため河川管理あるいはインフラ建設の担当行政機関などからの、測量局への当該地形・地理変化に関するフィードバックを行うことが重要となる。これには洪水・流送土砂による河道変動、河道改修、ダム・堰建設、橋梁建設、鉄道・道路建設による盛土構造物の造成、都市開発・農地開発によるリスク地区の増加、などがあげられる。

表 3-28 洪水対策に関する各組織における数値標高モデルの利用

組織	数値標高モデルの利用分野
水資源省 水資源・エネルギー委員会	洪水対策に関する政策の立案
水害管理部 及び 各河川管理事務所	河床上昇の把握、水理・水文計算、土砂流解析、構造物計画・設計
水資源災害研究開発センター	河床上昇の把握、水理・水文計算、土砂流解析、構造物設計の研究・開発
水文気象局	ハザードマップの作成： 数値標高モデルにより精緻なハザードマップが作成されれば、1) 正確な予報警報 2) 安全な避難活動 3) 効率的な緊急対応 4) 優れた BBB 計画、が可能となる。ハザードマップは緊急対応センターをはじめ各防災関連組織で利用される。
道路局	道路盛土、橋梁取付道路盛土による洪水阻害に関する地形の把握と水理解析
大学	洪水解析・土砂流解析・河道特性の研究

出典：調査団

表 3-29 に示す組織がハザードマップを利用して洪水に関する防災活動を実施する。詳細数値標高モデルの作成・提供の担当部局は測量局であるが、それを使用したハザードマップの作成は気象局、利用は政府・NGO・民間組織と多様となるので、数値標高モデルの更新・維持管理には相互の情報共有と連携が必須となる。

表 3-29 ハザードマップの利用による洪水対策活動

組織	ハザードマップの利用分野
国家防災協議会	防災に関する政策・計画の承認
防災実施委員会	協議会で承認された政策・計画の指示
内務省 防災部	防災政策
国家緊急対策センター	洪水緊急対策、復旧事業の総括
州・郡・地方政府緊急対策センター	各レベルにおける洪水緊急対策、復旧事業の実施
国家防災庁	準備、緊急対策、復旧、復興の総括
州・郡・市・村落災害対策委員会	各レベルにおける準備、緊急対策、復旧、復興の実施
水文気象局	洪水予報・警報の発出、メディアへの連絡など
NGO	避難活動
赤十字	緊急医療活動
TV、ラジオ、新聞	洪水予報・警報の広報、洪水情報の周知

出典：調査団

3-8 数値標高モデルの著作権・公開計画

第 3-6-1 (2) 項に挙げた利用促進方策等を踏まえ、本プロジェクトで作成する数値標高モデルの著作権・公開について以下のとおり提言する。

(1) 数値標高モデルの著作権の帰属

無償資金協力事業で作成する数値標高モデルは測量局に帰属するものとするが、我が国は当該数値標高モデルを使用する権利を有するものとする。

(2) 数値標高モデルの公開範囲・対象

プロジェクト対象地域の数値標高モデルをすべて公開する。公開対象は、ネパール国民及び外国人とする。また、要望があれば、利用目的を勘案の上、原データについても提供する。

(3) 数値標高モデルの提供方法

測量局地理情報基盤部のデジタル製品販売部署にて販売する。販売方法は既存のデジタル製品の販売方法に準ずるものとする。なお、本プロジェクトで調達する web ベースの検索ツールなどを用い、待ち時間の縮小に努める。

また、近い将来、インターネットを通じた注文ができるような環境を整備する(受け取りは、従来通り測量局に出向く必要がある)。

(4) 数値標高モデルの提供価格

提供する数値標高モデルの製品種類は以下のとおりとする。

1) 座標系

- ① ネパール測地基準系と投影法に基づく数値標高モデル
- ② 世界測地系に基づく数値標高モデル

2) ファイル単位

10km×10km の範囲を 1 ファイルとする。ファイルのフォーマットは、利用者のニーズの大きな適切なフォーマット数種類に対応する。

価格は、無償提供が理想的ではあるが、それが困難な場合だれもが入手しやすいよう以下の価格程度とする。

1:25,000 地形図相当の範囲の面積について 300NPR とし、単位面積価格を算出する。提供するデータの価格は、提供するデータの面積×単位面積価格とする。

なお、300NPR は、現状のレイヤ別デジタル地形図の一図葉あたりの価格のうち最も高価な価格である。また、原データを提供することは無償とする。

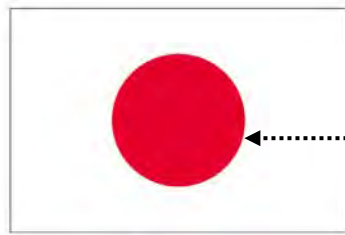
(5) 我が国支援のビジビリティの確保

調達物がデータであり、そのものにビジビリティを持たせることはできないため、以下に列記するような、データに付属あるいは付随するものに日章旗マークと共に「日本の無償資金協力で作成したもの」であることを記述して、我が国の支援であることを表示する。図 3-24 に日章旗マークを示す。

- ・ 数値標高モデルの提供時に付属する仕様説明ファイル
- ・ セミナー時に配布するパンフレット
- ・ ジオポータルなどのウェブサイトでの検索画面
- ・ ハザードマップ、地形図などの二次利用成果図面
- ・ その他

なお、第 1-1-3 (1) 項で示したように、ネパールにおける第三者にデータを提供する際の法、規則は以下のとおりで、測量局の著作物であるデータを第三者へ提供する際の仕組みは整っている。このことから二次利用成果図面への記述については十分可能であると考えられる。

- ・ 著作権法：The Copyright Act, 2059 (2002)
- ・ 著作権利用規則：Copyright Rules, 2016 (2004)
- ・ デジタル地理空間情報の提供・使用・規則に関する指令：デジタルデータの提供・使用・規制指令 2069



赤色 : DIC156、
4色分解 M100%+Y90% (近似値)

**From
the People of Japan** ← 黒色 : スミベタ

出典：無償資金協力事業におけるコンサルタント業務の手引（参考資料 13）³⁵

図 3-24 日章旗マーク

3-9 数値標高モデルを利用した洪水対策のための新たな協力の提案

本プロジェクトで整備される精緻な数値標高モデルを利用して、以下に述べる協力の提案が考えられる。これまでのように技術協力や調査だけでなく、資金協力による実効性の発現が肝要である。今後のネパールに対する協力では、構造物対策を念頭において仙台枠組みで提唱された防災への投資に配慮することが必要である。非構造物対策では人命は救済されるが資産の防御には至らない。災害から社会の安全を確保して公共・民間資本を蓄積するためには構造物対策が不可欠であると考えられる。

表 3-30 に数値標高モデルを利用した新たな協力の提案を示す。

表 3-30 新たな協力の提案

No.	協力の分野	協力の内容
1	土砂生産・流出対策	(1) 対象組織 水資源災害研究開発センター (+水資源灌漑局)
		(2) 投入専門分野 水文解析、土砂流出解析、砂防計画、施設設計、数値標高モデル
		(3) 協力のスキーム 開発調査とそれに続く資金協力
		(4) 協力の詳細 開発調査によりタライ東部地域の河川を対象として土砂生産・流出制御を抑制するための施設を計画・設計する。土砂流出・堆積の把握に数値標高モデルを利用する。実際に水資源災害研究開発センターではタライ地域東部で土砂堆積が深刻になっているバクラハ川で対策を研究開発中であるので、このプロジェクトを対象とすれば効果が实际的となる。 数値標高モデルを利用した地形図・河川状横断面図の作成のほか、河床勾配、河床材料粒径、代表流量時の水深なども調査・整理し、これらのデータに基づいて砂防計画と砂防施設計画を策定する。開発調査終了後はその結果に基づいて、資金協力により砂防施設を建設する。 南北を流下するタライ地域東部の河川はその地形的、地質的な特性から河相が相似していると捉えることができるので、代表的な河川の調査結果を他の河川に適用できる可能性が高い。他の河川の土砂対策にも応用できるよう、センターと局職員には数値標高モデルを利用した地形図・河川状横断面図の作成に関する技術移転を行う。
		(5) 参考情報：水資源災害研究開発センターで計画中のプロジェクト

³⁵ 無償資金協力事業におけるコンサルタント業務の手引（参考資料 13）：
https://www.jica.go.jp/activities/schemes/grant_aid/guideline/ku57pq0000050ovv-att/13.pdf

No.	協力の分野	協力の内容
		<p>タライ地域東部の Bakraha (バクラ) 川では土砂堆積の問題がある。地元住民によればこれまで河床が 10m 上昇した。そのために河床高と周辺の土地の高さが同じになり、洪水が頻発するようになった。この対策立案のために Sediment monitoring system を開始する。土砂生産が行われる山腹に観測装置を設置する。土砂災害対策として土砂生産・流出の制御の必要性が認識されていて、そのために砂防ダムを造ることが要望されている。</p>
2	洪水対策	<p>(1) 対象組織 水資源灌漑局とその傘下にある地方河川管理事務所</p> <p>(2) 投入専門分野 洪水対策計画、水文解析、土砂・水理解析、構造物計画、施設設計、数値標高モデル</p> <p>(3) 協力学キーム 開発調査とそれに続く資金協力</p> <p>(4) 協力の詳細 数値標高モデルを利用して河床が上昇した河川の洪水リスクの把握し、護岸・護床・堤防強化などの構造物対策を策定する。 ADB はタライ地域東部ではすでにビリン川、マワ・ラトゥワ川、ラカンディ川について洪水対策を策定している。インドはコシ河を河川管理しており、バグマティ川についても構造物対策の協力を行っている。日本はこれらと重複しないように対象河川を選定することが協力効果を発現させるうえで必要である。以下のような基準で協力対象河川を選定する方法も考えられる。 - 2019 年 7 月洪水で破堤等の被害が顕著だった河川 (ラル・バカイヤ川など)。 - まだ築堤などの河道改修が行われていない河川 (ドムシュ・バクラハ川、ホアンドラ川など。これらは第一回目の現地調査で訪問したコシ川・バクラハ川管理事務所が所管している。)</p>
3	洪水ハザードマップ作成	<p>(1) 対象組織 水文気象局</p> <p>(2) 投入専門分野 開発調査</p> <p>(3) 協力学キーム 水文解析、氾濫計算、ハザードマップ作成、数値標高モデル、洪水防災</p> <p>(4) 協力の詳細 タライ地域の主要河川についてハザードマップを作成する。並行して数値標高モデルを利用した氾濫解析によるハザードマップの作成に関してガイドラインを作成する。水文気象局は気象観測データをハザードマップと照合して洪水予警報を発出する。また、防災に関する諸機関はハザードマップを用いて諸活動を行う。したがって同局のハザードマップ作成に協力することにより、防災に関する関係諸機関による緊急対応活動能力を強化することができる。</p>
4	道路盛り土による洪水阻害対策	<p>(1) 対象組織 道路局</p> <p>(2) 投入専門分野 数値標高モデル、氾濫計算、施設計画、施設設計</p> <p>(3) 協力学キーム 開発調査、資金協力</p> <p>(4) 協力の詳細 道路盛り土による洪水阻害に関して数値標高モデルを利用して洪水氾濫を解析し、排水施設・橋梁・コーズウェーなどの構造物対策を計画する。そのために必要となるガイドラインを作成して道路局の防災能力強化を図る。開発調査の結果に基づき資金協力により施設建設を行う。</p>
5	河川・砂防分野における高等教育	<p>(1) 対象組織 トリバン大学</p> <p>(2) 投入専門分野 砂防計画、施設設計、数値標高モデル利用</p> <p>(3) 協力学キーム</p>

No.	協力の分野	協力の内容
		<p>専門家派遣</p> <p>(4) 協力の詳細</p> <p>大学での講座開設、講師派遣、研究活動について協力をを行う。これまでは技術官庁への技術協力を行ったが、大学でこのテーマを教育・研究することにより、継続的にその時の最新知識に基づいて技術者・研究者を育成することが可能となる。これらの人材を官庁・民間・大学・研究機関などあらゆる分野に輩出することが可能となる。このことにより、国全体として河川砂防の課題に取り組む人材が育成され、国全体として河川砂防分野について、数値標高モデルを利用した土砂・水理解析をはじめとする教育・研究活動が推進される。</p>

出典：調査団

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、ネパール側は第3-2-4-3項、表3-12に記載した分担事項を適切なタイミングで確実に実施することが必要となる。

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、ネパール側は運営・維持管理体制を継続して維持する必要があり、プロジェクト完了後も数値標高モデル及び調達機材を継続して活用するために必要な予算及び人員を確保する。

また、測量局はこれまでに数値標高モデル処理の経験が無いため、本プロジェクト完了後には、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必要がある。

(2) 利用の普及・促進、ユーザー開拓

ソフトコンポーネント時に実施する数値標高モデル利活用促進セミナーをプロジェクト終了後も継続的に開催し、利用の普及・促進、ユーザー開拓に努める必要がある。

4-3 外部条件

(1) 上位目標・長期的目標に対する外部条件

本プロジェクトの長期的目標及び上位目標は以下のとおりである。

- ネパール国南部タライ地域における洪水被害の軽減

本目標を達成するための外部条件は以下のとおりである。

- ネパール国で制定された災害管理法、災害リスク削減方針及び災害リスク削減戦略に係る方針に変更がないこと。
- インフラ開発等、ネパールの経済成長が継続すること。

(2) プロジェクト成果の直接的効果に対する外部条件

本プロジェクト成果から直接的に期待される効果は以下のとおりである。

- タライ地域の地形情報の精度が格段に向上し、浸水想定区域の特定や洪水対策範囲の絞り込みが可能になるとともに、防災インフラ開発等の計画策定、実施に使用できる。
- ドローン写真測量による氾濫・土砂災害等による地形変化の数値標高モデル更新が可能になり、本プロジェクトの効果が将来も持続できる。

本効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確保される。

- 本プロジェクトで整備されるデータが無償もしくは低価格で広く公開、提供されること。
- 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紛失、損傷しない。

4-4 プロジェクトの評価

本プロジェクトの評価を開発援助委員会（Development Assistance Committee: DAC）の評価5項目に配慮しつつ、特に妥当性と有効性に分類して以下に整理する。

4-4-1 妥当性

(1) 裨益対象

本プロジェクトは、ネパール国タライ地域において高精度な数値標高モデルを作成することにより、ハザードマップに代表される災害リスク管理、インフラ整備のための基礎データとなる新規大縮尺地形図の作成、既存地形図の更新に貢献する。よってタライ地域の住民が受益可能な経済成長の発展に寄与することが期待される。

(2) 上位計画への貢献

本プロジェクトは、現在ネパールで計画されている同国全土を対象とした数値標高モデル作成7カ年計画の先駆けとして位置づけられ、同国の長期国土計画に資するものと期待できる。

4-4-2 有効性

有効性については、(1) 定量的効果、(2) 定性的効果に分類して評価する。

(1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により表 4-1 に示す効果の発現が期待される。基準値は本概略設計調査実施前の2018年とし、本プロジェクト完成3年後を目標値とする。

表 4-1 本プロジェクト実施により得られる定量的効果

指標名	基準値（2018年実績値）	目標値（2025年）
数値標高モデルのメッシュ間隔（m） （又は、等高線の間隔（m））	50 (10)	1 (0.5)
垂直誤差（m）	5	0.25
大縮尺地図の作成面積（km ² ）	0	300
数値標高モデルデータ配布回数	0	15
オルソ画像データ配布回数	0	15
ハザードマップの作成面積（km ² ）	0	500

出典：調査団

1) タライ地域の地形情報の精度向上

詳細な数値標高モデルの整備は本プロジェクトの直接的な成果であるため、本プロジェクト完了時点（2022年）で本指標は確実に達成される。

プロジェクト実施前のタライ地域の地形情報は、1:25,000地形図に描かれた10m間隔の等高線のみであり、この情報量はほぼ50mメッシュの数値標高モデルに相当する（日本の国土地理院が発行していた数値標高モデル50mメッシュは1:25,000地形図の10m間隔の等高線及び標高点から作成されている）。本プロジェクトにより作成される数値標高モデルは1mメッシュで、約2,500倍の情報量となる。また、標高値の精度も等高線間隔の半分の5mから数値標高モデルの精度0.25mへと20倍向上する。

2) タライ地域東部の1:5,000地形図の作成が可能になる

本プロジェクトで作成するオルソ画像をベースに図化することにより、測量局において1:5,000地形図の作成が可能である。等高線については、本プロジェクトの成果の一つである等高線データを利用できる。ただし、注記などについては現地調査が必要である。

測量局の人員・能力を勘案し、年間100km²程度の1:5,000地形図作成が見込まれるので、目標年までに1:5,000地形図が300km²作成されると設定した。

3) 数値標高モデルの利活用者が増加する

数値標高モデル及びオルソ画像により、防災関係機関において数値標高データを活用したハザードマップの作成、防災計画策定等が可能となる。また、インフラ開発等に係る各機関において、都市計画、農地開発、道路、鉄道、灌漑用水路建設設計画等のインフラ整備計画への活用が期待できる。

利用想定機関へのヒアリングの結果、数値標高モデルの利用を要望している機関が11団体程度あることから、目標年までに各機関で1~2回程度の数値標高モデル配布の要求があると想定し、全体で15回と設定した。オルソ画像については、数値標高モデルと一体的に利用するケースが多いと想定されることから、オルソ画像の配布回数についても同様に15回と設定した。

なお、大学などの研究機関や民間企業においても数値標高モデルの加工技術は一般的であることからこれらの機関による本プロジェクト実施後の活用が見込まれる。

4) ハザードマップの作成面積

プロジェクトサイト内では洪水対策が必要な中小河川が15河川存在し、洪水対策の優先度の高い4河川については、ADBが衛星画像から作成された数値標高モデル（垂直誤差10m程度）を使用してハザードマップを作成している。

本プロジェクトで高精度な数値標高モデル（垂直誤差0.25m）を整備後、15河川のハザードマップ³⁶の更新、作成が期待される。既存の4河川（約500km²）のハザードマップについては、緊急に更新が必要なことから、目標年までに更新されるとして設定した。

(2) 定性的効果

本プロジェクトの実施により発現が期待される定性的な効果は以下のとおり。

³⁶ ここで言うハザードマップとは、災害リスク軽減を目的とした全ての地図を含むこととする。

- 既存地形図データ更新が可能になる
タライ地域については、1:5,000 地形図作成と並行して、1:25,000 地形図の更新も期待される。また、開発等に伴う改変の他、氾濫や土砂災害等では地形変化も伴うため、継続的な地形図データの更新が必要となるが、ドローンによる写真測量技術が習得されることから、タライ地域に限らず全国の既存地形図データの更新が可能になると期待される。
- 関係機関と住民の防災意識の向上
本プロジェクトのソフトコンポーネントとして、利用想定機関の関係者 60 人程度を対象としたセミナーを開催するとともに、当該セミナー用の教材、パンフレット等の作成を行うこととしている。これらを通じて測量局から関係省庁、地方自治体、さらにそこから住民へと広報教育活動が広がり、防災意識が向上することが期待される。
- 洪水想定区域の特定精度の向上
詳細な数値標高モデルを用いることにより、浸水シミュレーションや浸水域、浸水深の計算が可能になり、これを反映したハザードマップの精度向上と、適切な避難計画の策定が期待される。
- 堤防強化地点や洪水調整池などの洪水対策候補地の絞り込みが可能になる
河川増水時の流量シミュレーションと堤防高等の詳細地形から破堤危険箇所の特定や、対策作業の優先順位付け、洪水調整池等の候補地選定等、防災対策への活用が期待される。
- インフラ開発計画（道路、鉄道、灌漑など）に利用される
詳細数値標高モデルや、オルソ画像、さらに作成が期待される 1:5,000 地形図等のデータは、インフラ開発計画策定・実施に不可欠な情報であり、これらの提供により、タライ地域のインフラ整備が促進されることが期待される。

資料

資料

1	調査団員・氏名.....	A1-1
2	調査行程.....	A2-1
3	関係者（面会者）リスト.....	A3-1
4	協議議事録（M/D）.....	A4-1
5	ソフトコンポーネント計画書.....	A5-1
6	参考資料.....	A6-1
7	その他の資料・情報.....	A7-1

資料 1 調査団員・氏名

1 調査団員・氏名

(JICA 団員)

氏名	担当業務	所属
熊谷 英範	総括	独立行政法人 国際協力機構 社会基盤・平和構築部 都市・地域開発グループ第一チーム 兼 平和構築・復興支援室 専任参事

(コンサルタント団員)

氏名	担当業務	所属
原田 敬史	業務主任／仕様作成 1	朝日航洋株式会社
池田 良生	副業務主任／仕様作成 2	朝日航洋株式会社
富澤 慎二郎	航空レーザ測量計画	朝日航洋株式会社
星野 順	調達計画／積算 2	朝日航洋株式会社
丸山 弘通	デジタル地形図利活用	朝日航洋株式会社 (補強：一般社団法人 国際建設技術協会)
池田 陽介	調達計画／積算 1	八千代エンジニアリング株式会社
横倉 順治	防災計画	八千代エンジニアリング株式会社
サハ ブワネスワー プラサド	基準点測量／現地調査計画	株式会社パスコ

資料 2 調査行程

No.	日付	曜日	調査内容				備考		
			JICA 熊谷 英範 総括	8	9	10			
日数			29	25	15	21	14	17	17
現場			朝日航洋・原田 俊史 業務主任/仕様作成1	朝日航洋・池田 良生 副業務主任/仕様作成2	朝日航洋・藤澤 慎二部 航空レーザ測量計画	サトウ・San Bhunshewar Prasad 基準点測量・現地調査計画	朝日航洋(補填): 丸山弘通(国産誌) デジタル地形図利用活用	八千代コンシヤビルダ: 池田 陽介 測量計画/積算	八千代コンシヤビルダ: 梅倉 直治 防災計画
15	9月22日	日	測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	国内会議 測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	国内会議 測量船との協議 現地測量業者ヒアリング		既存資料確認(測量船) 本邦企業現地事務所ヒアリング 財務省ヒアリング 現地測量業者ヒアリング	
16	9月23日	月	測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	国内会議 測量船との協議 現地測量業者ヒアリング	国内会議 測量船との協議 現地測量業者ヒアリング		移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]
17	9月24日	火	JICAネパール事務所との打合せ 測量船との協議 現地測量業者情報交換	JICAネパール事務所との打合せ 測量船との協議 現地測量業者情報交換	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]		移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	
18	9月25日	水	資料整理	資料整理	移動【シマラプレン(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【シマラプレン(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]			
19	9月26日	木	現地測量業者打合せ 資料整理	現地測量業者打合せ 資料整理	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ			
20	9月27日	金	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ					
21	9月28日	土	国内打合せ 資料整理	国内打合せ 資料整理	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]			
22	9月29日	日	国内打合せ 現地測量業者打合せ	国内打合せ 現地測量業者打合せ	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]			
23	9月30日	月	測量船との協議 現地測量業者情報交換	測量船との協議 現地測量業者情報交換					
24	10月1日	火	現地測量業者ヒアリング JICAネパール事務所との打合せ 国内打合せ	現地測量業者ヒアリング JICAネパール事務所との打合せ 国内打合せ	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ	現地測量業者ヒアリング 国内打合せ			
25	10月2日	水	財務省ヒアリング 現地測量業者打合せ	測量船との協議 現地測量業者打合せ					
26	10月3日	木	現地測量業者ヒアリング 測量船との協議	現地測量業者ヒアリング 測量船との協議					
27	10月4日	金	JICAネパール事務所報告 在ネパール日本大使館報告 現地測量業者打合せ	JICAネパール事務所報告 在ネパール日本大使館報告 現地測量業者打合せ	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]			
28	10月5日	土	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]					
29	10月6日	日	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]	移動【カトマンズ(13:30T/G320)→18:15A ンコワ22:45T/G682)→羽田 +1]					

ネパール国 数値標高モデル及びオルソ画像整備計画準備調査 第二次現地調査行程

No.	日付	曜日	調査内容				宿泊地
			JICA: 熊谷 英範 総括	朝日航洋: 原田 敬史 業務主任/仕様作成1	朝日航洋: 池田 良生 副業務主任/仕様作成2	バスコ: Sakti Bhuwadeshwar Prasad 基準点測量・現地調査計画 調達計画/積算	
			8	10	6	8	
			移動 [羽田00:20(TG661)→05:25/バンコク10:30(TG319)→12:45カトマンズ] ・団内会議	タイへ移動 (JICA別業務に従事のため)		移動 [羽田00:20(TG661)→05:25/バンコク10:30(TG319)→12:45カトマンズ] ・団内会議	
1	12月1日	日	・団内会議		JICA別業務に従事	総括・業務主任と同じ	カトマンズ
2	12月2日	月	・JICAネパール事務所 ・測量局との協議		JICA別業務に従事	総括・業務主任と同じ	カトマンズ
3	12月3日	火	・M/D協議書類作成 ・団内会議		ネパールへ移動	総括・業務主任と同じ	カトマンズ
4	12月4日	水	測量局との協議		総括・業務主任と同じ		カトマンズ
5	12月5日	木	・測量局との協議 ・財務省との協議				カトマンズ
6	12月6日	金	・M/D署名 ・JICA・大使館報告 ・団内会議				カトマンズ
7	12月7日	土	移動 [カトマンズ13:30(TG320)→18:15/バンコク22:10(TG640)→成田+1] 移動 [→06:20成田]	・団内打合せ ・書類整理	・団内打合せ ・書類整理	移動 [カトマンズ13:30(TG320)→18:15/バンコク22:45(TG682)→羽田+1] 移動 [→06:55羽田]	カトマンズ/ 機中泊
8	12月8日	日		・測量局との協議 ・現地測量業者ヒアリング	・測量局との協議 ・現地測量業者ヒアリング	・報告書作成	カトマンズ
9	12月9日	月		・現地測量業者との協議 ・測量局との協議		・現地測量業者との協議 ・測量局との協議	カトマンズ
10	12月10日	火		移動 [→06:55羽田]		・JICA事務所との協議 ・航空局ヒアリング ・現地測量業者ヒアリング	-

資料3 関係者（面会者）リスト

3 関係者（面会者）リスト

測量局

氏名	職位
Prakash Joshi	Director General
Kamal Ghimire	Director
Sushil Narsingh Rajbhandari	地理情報基盤部 Chief Survey Officer Geographic Information Infrastructure Division
Susheel Dangol	地理情報基盤部 Chief Survey Officer & Co-ordinator Mt. Everest Height Measurement Program
Abhash Joshi	地理情報基盤部 Survey Officer Geomatics Engineer Geographic Information Infrastructure Division
Nirmal Kumar Acharya	測地部 Chief Survey Office Geodetic Survey Division

航空局

氏名	職位
Er. Sanjeev Singh Kathayat	Deputy Director

財務省

氏名	職位
Krishna Chandra Kafley	Section Officer International Economic Cooperation Co-ordination Division

内務省

氏名	職位
Puskar Neupane	Director

水文気象局

氏名	所属
Sarayu K. Baidya	Director General
Bikram Shrestha Zoowa	Senior Divisional Hydrologist Flood Forecasting Section

エネルギー・灌漑・水資源省

氏名	職位
Dr. Rishi Sharma	水・エネルギー委員会事務局 Joint Secretary Water and Energy Commission Secretariat
Suresh Maskey	水・エネルギー委員会事務局 Senior Divisional Hydrologist Water and Energy Commission Secretariat
Er. Shishir Koirala,	水資源灌漑局 Deputy Director General Dept. of Water Resources and Irrigation
Dinesh Rajouria	水資源灌漑局 Project Director Dept. of Water Resources and Irrigation

バグマティ・ラルバカイヤ河川管理事務所

氏名	職位
Manoranjan Kumar Singh	Project Manager
Er. Rajinand Prasad Chaudhary	Civil Engineer

コシ・バクラハ河川管理事務所

氏名	職位
Bilanand Dyadar	Project Manager
Mahesh Kumar Chaudhary	Engineer
Dhirary Kumar Karna	Sub Engineer

水資源研究開発センター

氏名	職位
Shiv Kumar Basnet	Joint secretary/Chief of the Center
Ashok Raj Gautam	Engineer

内務省

氏名	職位
Bamshi Kumar Acharya	Under Secretary, Disaster Management Division
Shambhu Prasad Regmi	Under Secretary and Chief of NEO National Emergency Operation Center

鉱山・地質局

氏名	職位
Dr. Soma Nath Sapkota	Director General
Dr. Rajendra Prasad Bhandari	Deputy Director General

道路局

氏名	職位
Keshab Kumar Sharma	Director General
Naresh Man Shakya	Senior Divisional Engineer
Binod Bhattarai	Senior Divisional Engineer
Salina Dangol	Computer Engineer

森林研究訓練センター

氏名	職位
Raja Ram Aryal	
Ananda Khadka	
Dipak Mahatana	
Megharaj Poudel	

トリブバン大学地理学科

氏名	職位
Dr. Hriday Lal Koirala	Professor and Head
Dr. Prem Sagar Chapagain	Professor
Gyanu Raja Maharjan	GIS Practitioner Head Office Assistant & Research Assistant

国際総合山岳開発センター

氏名	職位
Dr. Mir Matin	
Dr. Ghulam Rasul	
Karma Tsering	
Sudip Pradhan	

世界銀行

氏名	職位
Avani Mani Dixit	

アジア開発銀行

氏名	職位
Naresh Pradhan	

ミレニアムチャレンジアカウント

氏名	職位
Biswal Dhoj Joshi	In charge of Electricity
Sudhan Shrestha	In charge of Road and Highway

在ネパール日本大使館

氏名	職位
三道義己	二等書記官

JICA ネパール事務所

氏名	職位
永見 光三	次長
鳥海 陽史	所員
Ram Prasad Bhandari	Program Manager

資料 4 協議議事録(M/D)

(1) Minutes of Discussion 第一次現地調査 2019年9月12日

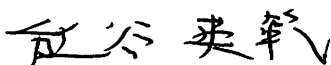
(2) Minutes of Discussion 第二次現地調査 2019年12月6日

(1) 第一次現地調査

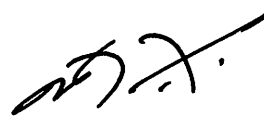
Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL
ENABLING DISASTER RESILIENCE,
FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF NEPAL

Based on the several preliminary discussions between the Government of the Federal Democratic Republic of Nepal (hereinafter referred to as “Nepal”) and JICA Nepal Office, 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 DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL ENABLING DISASTER RESILIENCE, FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF NEPAL (hereinafter referred to as “the Project”) to Nepal. The Team held a series of discussions with the officials of the Government of Nepal and conducted a field survey. In the course of the discussions, the main items described are as in the attached sheets.

Kathmandu, 12 September, 2019



Mr. Hidenori KUMAGAI
Team Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mr. Prakash JOSHI
Director General
Department of Survey
Ministry of Land Management,
Cooperatives and Poverty Alleviation
Government of Nepal

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to increase accuracy of flood control plan by using high resolution geo-information and thereby contributing to reduce flood damage.

2. Title of the Preparatory Survey

The title of the Preparatory Survey is as "the Preparatory Survey for the Project for DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL ENABLING DISASTER RESILIENCE, FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF NEPAL".

3. Project site

Both sides confirmed that the sites of the Project are in Nepal, 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 Department under the Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation 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.

5. Items requested by the Survey Department, the Government of Nepal

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

- 1) Equipment and products
 - (i) Procurement
 - a) DEM data and Orthophoto
 - b) Personal Computer with Monitor
 - c) Software
 - d) Uninterruptible Power Supply (UPS)
 - e) Spare Parts and Consumable Parts



(ii) Installation

a) Installation of Equipment

b) Adjustment and Testing

(iii) Initial Guidance, Operating Guidance, technology transfer

2) Consulting Services

(a) Detailed Design, Support of Tender and Supervision on site

5-2. 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.

5-3. The Survey Department, the Government of Nepal shall submit an official request to the Government of Japan through a diplomatic channel before the appraisal of the Project, which is scheduled in November 2019.

6. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant

6-1. 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, the Team presented the form attached as Annex 4 required from the Nepali side to submit as the Project Monitoring Report.

6-2. The Team presented the obligation table as 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

The Team presented schedule as follows.

7-1. The Team will proceed with further survey in Nepal until 6th October 2019.

7-2. An official request to the Government of Japan will be submitted before November 2019.

7-3. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and dispatch a mission to Nepal in order to explain its contents around November 2019.

7-4. If the contents of the draft Preparatory Survey Report is accepted and the undertakings for the Project are fully agreed by the Nepali side, JICA will finalize the Preparatory Survey Report and send it to Nepal around March 2020.

7-5. The above schedule is tentative and subject to change.

8. Environmental and Social Considerations

8-1. The Nepali 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:

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. Other Relevant Issues

9-1. Warranty

Duration of warranty range and period of creation of above requested products "DEM data and Orthophoto", the Nepali side agreed upon the following manner.

1) Warranty range

Warranty covers specified items of specification of the products.

2) Warranty period

Warranty period is one year from the delivery date of the products.

9-2. Acquisition flight permission including airborne LiDAR survey

The Nepali side agreed to make necessary arrangement to acquire permission for airborne lidar survey taken covering the project area including international border.

9-3. Data Processing

The Nepali side requested to make data processing in Nepal, because C/P can check data processing by them easily. However, the Team proposed that Japanese side takes out of acquired data from Nepal and process in Japan. And the Team proposed to send C/P staff to inspect products time to time to Japan.

9-4. Data copy right

Both sides agreed that Copy right of produced data belong to the Nepali side, however data usage right remains to JICA.



9-5. Products

The Nepali side specifically requested to conduct the survey as per the approved specification by Survey Department instead of 2m grid size of the Team proposal. The Team explained that if specification is changed from 2m, possibility of change coverage of the Project area will be occurred.

The Nepali side requested to include orthophoto production in the Project. However, the Team explained that the Project will not include orthophoto production other than simple orthophoto production.

The Nepali side agreed to share the approved detail specification to the Team and requested to conduct proposed project according to the approved specification.

As a result of discussions, the Team will convey this request to Japan. After analyzing and cost estimating, the Team will answer at explanation of draft outline design (DOD).

9-6. Visibility of Japanese Grant Aid

The Nepali side acknowledged that the products shall be supplied indicating Japanese Grant Aid.

9-7. The Nepali side informed that all the mapping specifications and products should be approved by mapping committee. Since from discussion it was observed that there is variation in the requirement between Survey Department and proposal from the Team. There are issues regarding the processing data in Nepal, involvement of the technical team from Survey Department and adoption of the approved specification from Survey Department. The Nepali side will forward this record of discussions including these issues to the Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation copied to JICA for the facilitation.

Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

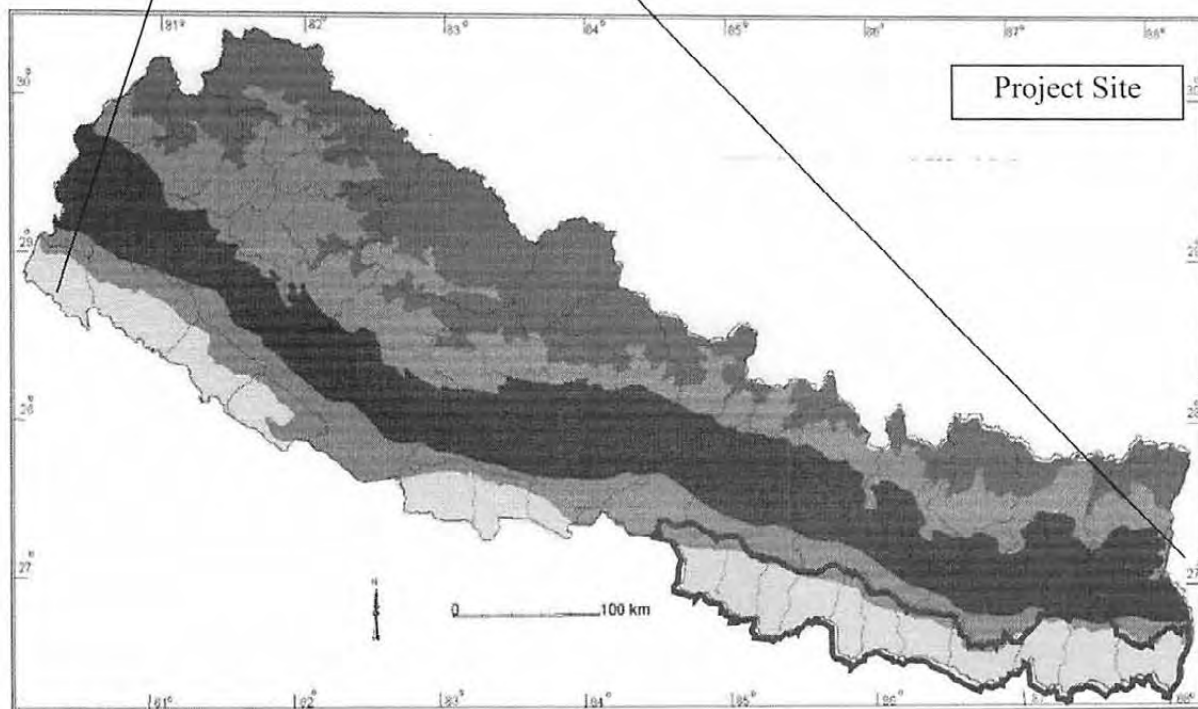
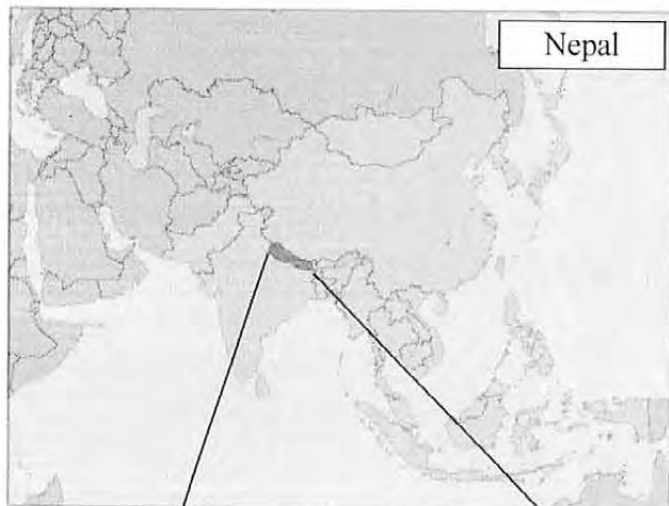
Annex 3 Japanese Grant







Annex 4 Project Monitoring Report (template)

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



Project Site

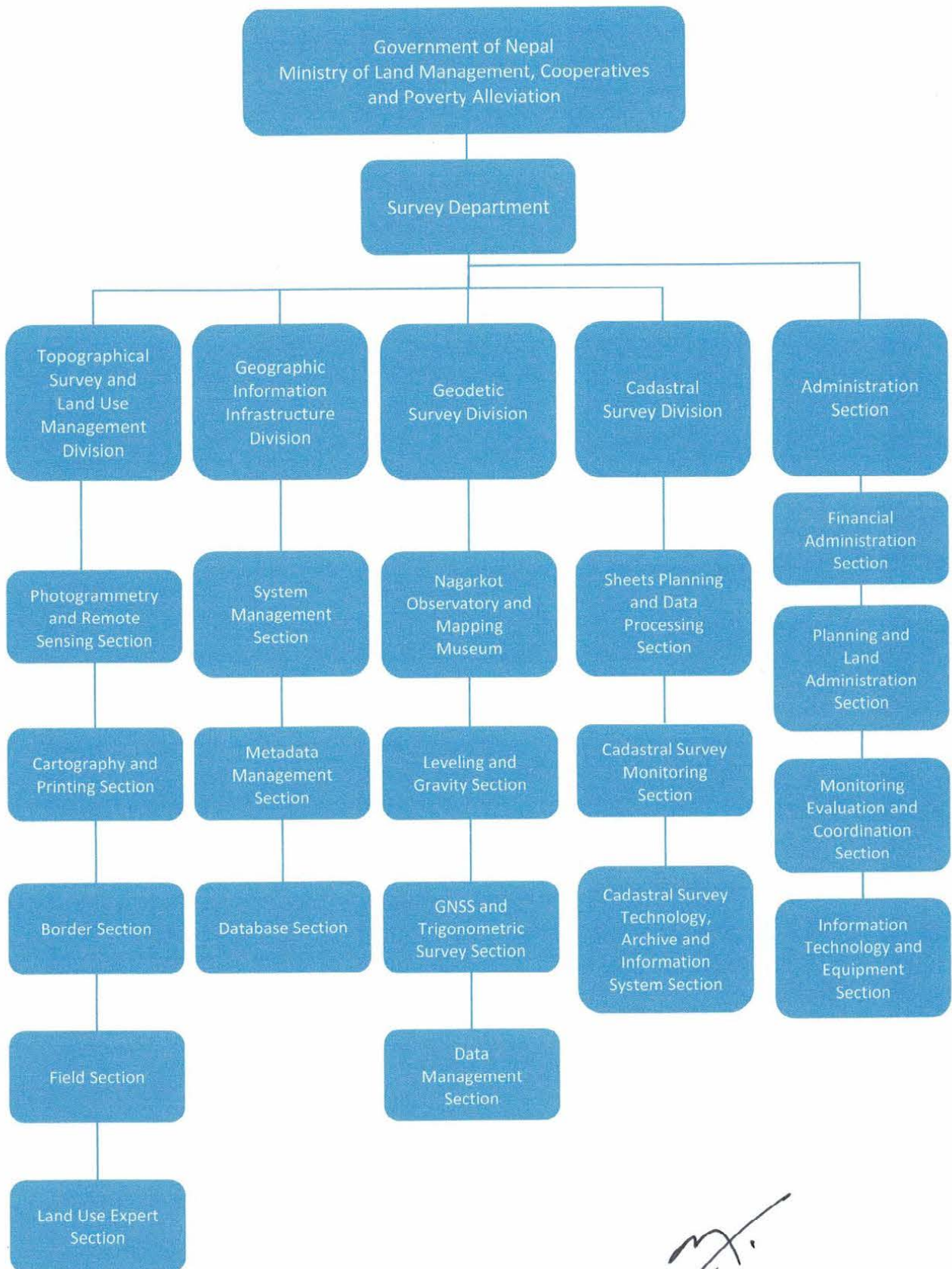


-  More than 2,500 m
-  2,000m~2,500 m
-  700m - 2,000 m
-  300m - 700 m
-  Less than 300m
-  Project Site

5

7

Organization Chart



2

[Handwritten signature]

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.



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. Appraisal	(2) Preparatory Survey Explanation of draft outline design, including cost estimate, undertakings, etc.		x		x	x		
	(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	
4. Ex-post monitoring & evaluation	(14) Completion certificate		x			x	x	
	(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			

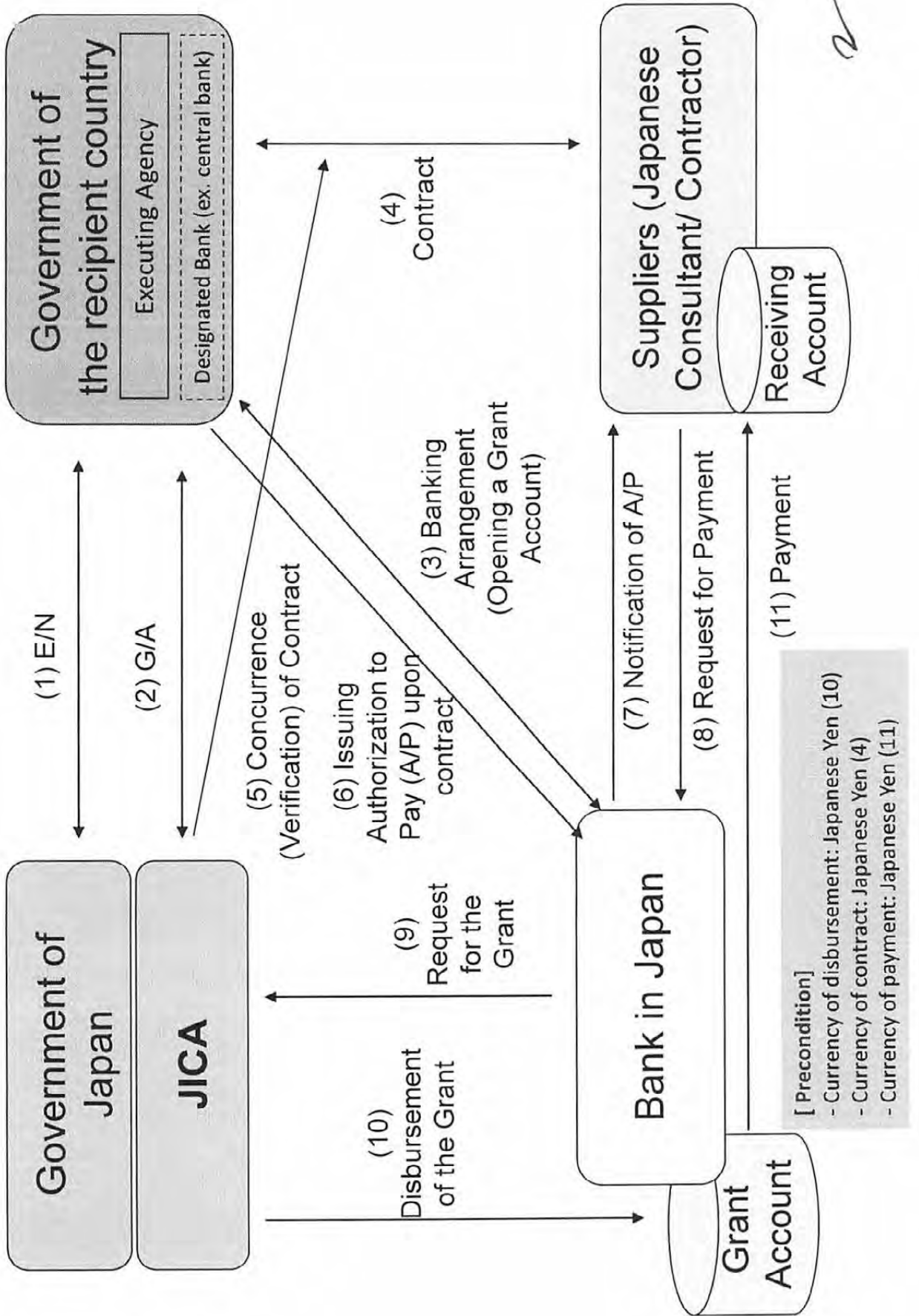
notes:

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.

5

2

Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)



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

Organizational Information

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

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 (_____): _____

5

2

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)

2-3 Implementation Schedule

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

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			Cost (Million Yen)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.				
Total				

Note: 1) Date of estimation:

2) Exchange rate: 1 US Dollar = Yen

2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components			Cost (1,000 Taka)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.				

- 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)

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:

	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.

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)

5

2

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 (Decreased) E=C-D	Price (Increased) 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)

2

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 Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
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%)	

2

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]



2

Major Undertakings to be taken by the Government of Nepal

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

(1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To open bank account (B/A)	within 1 month after the signing of the G/A	MOF		
2	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)	DOS		
3	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding document(s)	DOS		

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, DOS: Department of Survey)

(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)	DOS		
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)	DOS		
	2) Payment commission for A/P	every payment	MOF		
3	To ensure prompt customs clearance and to assist the Supplier(s) with internal transportation in the country of the Recipient	during the Project	DOS		
4	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			
5	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 exempted/ borne by its designated authority without using the Grant	during the Project			
6	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project			
7	1) 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	DOS		
	2) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	DOS		
8	To submit a report concerning completion of the Project	within six months after completion of the Project	DOS		
10	To provide facilities for distribution of electricity and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s)				
	1) Electricity The distributing line to the site	before start of the construction			
	2) Furniture and Equipment General furniture	1 month before completion of the construction			

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	Data maintenance				
2					
3					

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

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To provide DEM data and equipment		/
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
	Total		XXX

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

(2) 第二次現地調査

Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL AND ORTHOPHOTO
(Explanation on Draft Preparatory Survey Report)

With reference to the minutes of discussions signed between Survey Department, Ministry of Land Management, Cooperatives and Poverty Alleviation and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) on 12th September, 2019 and in response to the request from the Government of the Federal Democratic Republic of Nepal (hereinafter referred to as “Nepal”) dated 6th November, 2019, 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 DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL AND ORTHOPHOTO (hereinafter referred to as “the Project”).

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

Kathmandu, 6th December, 2019



Mr. Hidenori KUMAGAI
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mr. Prakash JOSHI
Director General
Survey Department
Ministry of Land Management, Cooperatives and
Poverty Alleviation
Government of Nepal

ATTACHEMENT

1. Title of the Preparatory Survey

Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as “the Preparatory Survey for the Project for DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL AND ORTHOPHOTO”.

2. Contents of the Draft Report

After the explanation of the contents of the Draft Report by the Team, the Nepali side agreed to its contents. JICA will finalize the Preparatory Survey Report based on the confirmed items. The report will be sent to the Nepali side around March, 2020.

3. 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.

4. 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.

5. Timeline for the project implementation

The Team explained to the Nepali side that the expected timeline for the project implementation is as attached in (Annex 1).

6. Target and indicators

Both sides agreed that key indicators for expected outcomes are as follows. The Nepali side will be responsible for the achievement of agreed key indicators targeted in year of 2025 and shall monitor the progress for Ex-Post Evaluation based on those indicators.

[Quantitative indicators]

Indicator	Standard value (recorded value of 2018)	Target value (2025)
DEM grid spacing (m) (or, contour interval (m))	50m (From Existing topographic map) (10m)	1m (0.5m)
Elevation precision (m)	5m	0.25m
Total area covered by 1:5,000 large-scale maps (km ²)	0	300
Number of times of distribution of DEM data and/or orthophoto data	0	15
Total area covered by hazard maps* (km ²)	0	500

*.A hazard map is any types of map used for disaster risk reduction.

[Qualitative indicators]

- Updating of Existing Topographic Map Data.
- Improved Disaster Awareness of Relevant Organization.
- Improvement in Accuracy of Identification of Flood-risk Areas
- Selection of Sites for Dike Strengthening and Candidate Implementation Sites of Flood Mitigation Measures, including Construction of Reservoirs
- Use in Plans for Infrastructure Development (roads, railways, irrigation canals, etc.)

7. Ex-Post Evaluation

JICA will conduct ex-post evaluation after three (3) years from the project completion, in principle, with respect to five evaluation criteria (Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact, and Sustainability). The result of the evaluation will be publicized. The Nepali side is required to provide necessary support for the data collection.

8. “Soft Component” of the Project

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

Soft Component is planned to create digital elevation model and orthophoto for developing the flood management measures more elaborately in Terai region and consists of the following activities.

2

- a. Maintenance for the DEM
 - Creation and update of the DEM by drone photogrammetry
 - Processing of point cloud data
- b. Facilitation of the utilization of the DEM (Strengthening of the structure for updating of the DEM)
 - Improvement of usability of the DEM
 - Improvement of the DEM acknowledge of Personnel in charge of provision
 - Grasping the actual status and future challenges relating to flooding risk for Survey Department and concerned authorities.
 - Understanding how to tackle the challenges by using the DEM for Survey Department and concerned authorities.

9. Undertakings of the Project

9-1 Undertakings of the Project

Both sides confirmed the undertakings of the Project as described in (Annex 2). With regard to exemption of customs duties, internal taxes and other fiscal levies as stipulated in No. 9 in 2. During the Project Implementation of (Annex 2), both sides confirmed that such customs duties, internal taxes and other fiscal levies, which shall be clarified in the bid documents by Survey Department during the implementation stage of the Project.

The Nepali side assured to take the necessary measures and coordination including allocation of the necessary budget which is 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 2) will be used as an attachment of G/A. Both sides confirmed that Survey Department shall take necessary measures to ensure and maintain the security of the Project site and the persons related to the implementation of the Project, in cooperation with relevant authorities during the Project period. Such security measures shall reasonably reflect needs of the Consultant/the Contractor engaging in the Project, as shown in (Annex 2).

9-2 Flight permission and others

Both sides confirmed following.

Providing licensing for projects such as flight permission and data acquisition

permission, the procedure will be facilitated by Survey Department. After the project starting, procedures of acquisition of flight permission and data acquisition permission will start as soon as possible. (Annex 4)

10. Monitoring during the implementation

The Project will be monitored by the Survey Department and reported to JICA by using the form of Project Monitoring Report (PMR) attached as (Annex 3). The timing of submission of the PMR is described in (Annex 1).

11. Project completion

Both sides confirmed that the Project completes when all DEM, orthophoto and equipment procured by the Grant are in operation. The completion of the Project will be reported to JICA promptly by the Survey Department, but in any event not later than six months after completion of the Project. The timeline is provided in Annex 1.

12. Other Relevant Issues

12-1. 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.

12-2 Non-military use

The Nepali side understood the principle of the Japan's Development Cooperation Charter, which stresses that ODA must not be utilized for military purpose or promoting international conflicts, and agreed to ensure that the data and equipment to be procured in the Project will never be used for any military purposes.

12-3 Creation of Digital Elevation Model

12-3-1 Project Component

Regarding the components of the project, both side confirmed following matters.

- a. Mesh size will be 1m. The specification will be following to the specification of the western area of Terai project.
- b. Regular orthophoto will be produced in entire project area.
- c. Clarify the boundary between the western area of Terai and this project, and

- determine the area of the project after consultation.
- d. Because of the prevailing Law (11 (d) of Land (Surveying and Mapping) Act), LiDAR Data processing will be carried out in Nepal.
 - e. Survey Department staff will join the data processing work to understand the processes of data processing and to assist knowledge for their inspection works.

12-3-2 Specification for the creation of Digital Elevation Model and Orthophoto

As a rule, the results and data acquisition specifications related to the digital elevation model and orthophotos shall be based on the request letter contents. (Annex4-1)

12-3-3 Work contents and Standards for Operating Specifications for Public Surveying

Both sides confirmed as follows.

The work contents, described in the request letter, do not include the rules of operating specification such as data items to be inspected and methods in each process (the describing of the vertical and horizontal accuracy and so on of the final results), so the operating specification will be based on Japanese standards for operating specification for public surveying at the inspection stages. Nepal work standards are applicable for field works such as GNSS observations, field surveying, etc. Nepalese Standard and rules of operating specifications shall prevail wherever available.

(Annex4-2)

12-3-4 Providing of information of existing control point and bench marks

The Nepali side confirmed as follows.

Since the number of existing control points to be used is expected to increase considerably, results and point description will be provided to the Japanese side.

12-3-5 Handling the re-aerial photography for topographical changes

Both sides confirmed as follows.

Even though changes occurred; due to natural disaster or other such events; after LiDAR data acquisition, the team will not acquire data again. However, this may be updated through other means like UAV/Drones for data maintenance after the training under soft component by Nepali side.

12-3-6 Responsible section for the Project implementation

The Nepali side provides the project implementation structure of Survey Department such as responsible section and person of Survey Department.
(Annex 5)

12-3-7 Inspection and approval process

Both sides confirmed following responsible work contents.

[Data Inspection]

- Japanese supplier will conduct the all inspection works by themselves.
- After overall checking, consultant will carried out sampling check with the Nepali side.

[Approval of final results]

- Survey department will inspect final result such as DEM data and Ortho photo data and so on. Survey department will provide the work completion certificate when the final results are inspected and approved.

(Annex 6-1)

12-3-8 Data disclosing

Nepali side confirmed following.

Survey Department shall disclose DEM and Orthophoto data after the work completion in accordance with "Publication and Copyright plan of DEM".

(Annex 6-2).

12-3-9 Budget adjustment of project implementation

Both sides confirmed when the project cost exceeds estimated amount, the project area shall be reduced to adjust the budget. In that case, priority area of DEM creation to start will be west edge of project area.

12-3-10 Commencement of airborne liDAR survey

Both sides confirmed that commencement of airborne liDAR survey will be February 2021 to avoid weather disturbance such as clouds, haze and so on and implement the Project without delay.

12-3-11 Project Site

Both sides confirmed that the site(s) of the Project is/are in mid and eastern part of Terai region as shown in Annex 7.

The Minutes of Discussions on the Preparatory Survey for the Project for DEVELOPMENT OF DIGITAL ELEVATION MODEL AND ORTHOPHOTO has been signed between Japan International Cooperation Agency (JICA) and Survey Department (SD) on 6 December 2019 in the presence of following participants.

Participants from Survey Department

SN	Name	Assignment	Organization
1	Mr. Prakash Joshi	Director General	Survey Department
2	Ms. Karuna K.C.	Deputy Director General	Survey Department
3	Mr. Sushil Narsingh Rajbhandari	Chief Survey Officer	Survey Department
4	Mr. Kamal Ghimire	Director	Survey Department
5	Mr. Damodar Dhakal	Director	Survey Department
6	Mr. Abhasha Joshi	Survey Officer	Survey Department
7	Mr. Sharad Chandra Mainali	Survey Officer	Survey Department

Participants from Japanese side

SN	Name	Assignment	Organization
1	Mr. Hidenori KUMAGAI	Leader	JICA
2	Mr. Takashi HARADA	Chief Consultant/Consultation of Specifications 1	Aero Asahi Corporation (AAC)
3	Mr. Takao IKEDA	Co-Chief Consultant/ Consultation of Specifications 2	AAC
4	Mr. Bhuvneshwar Prasad SAH	Control Point and Field Survey Planning	Pasco Corporation
5	Mr. Yosuke IKEDA	Procurement Planning/Cost Estimation	Yachiyo Engineering Co., Ltd. (yec)
6	Mr. Yoji TORIUMI	Representative, Registered Architect	JICA, Nepal
7	Mr. Ram Prasad Bhandari	Program Manager	JICA, Nepal

Annex 1 Timeline

Annex 2 Major Undertakings to be taken by the Government of Nepal

Annex 3-1 Project Monitoring Report submission_form (template)

Annex 3-2 Project Monitoring Report submission_form for_grant

Annex 4-1 Specification of DEM

Annex 4-2 Rules for Operating Specifications for Public Surveying

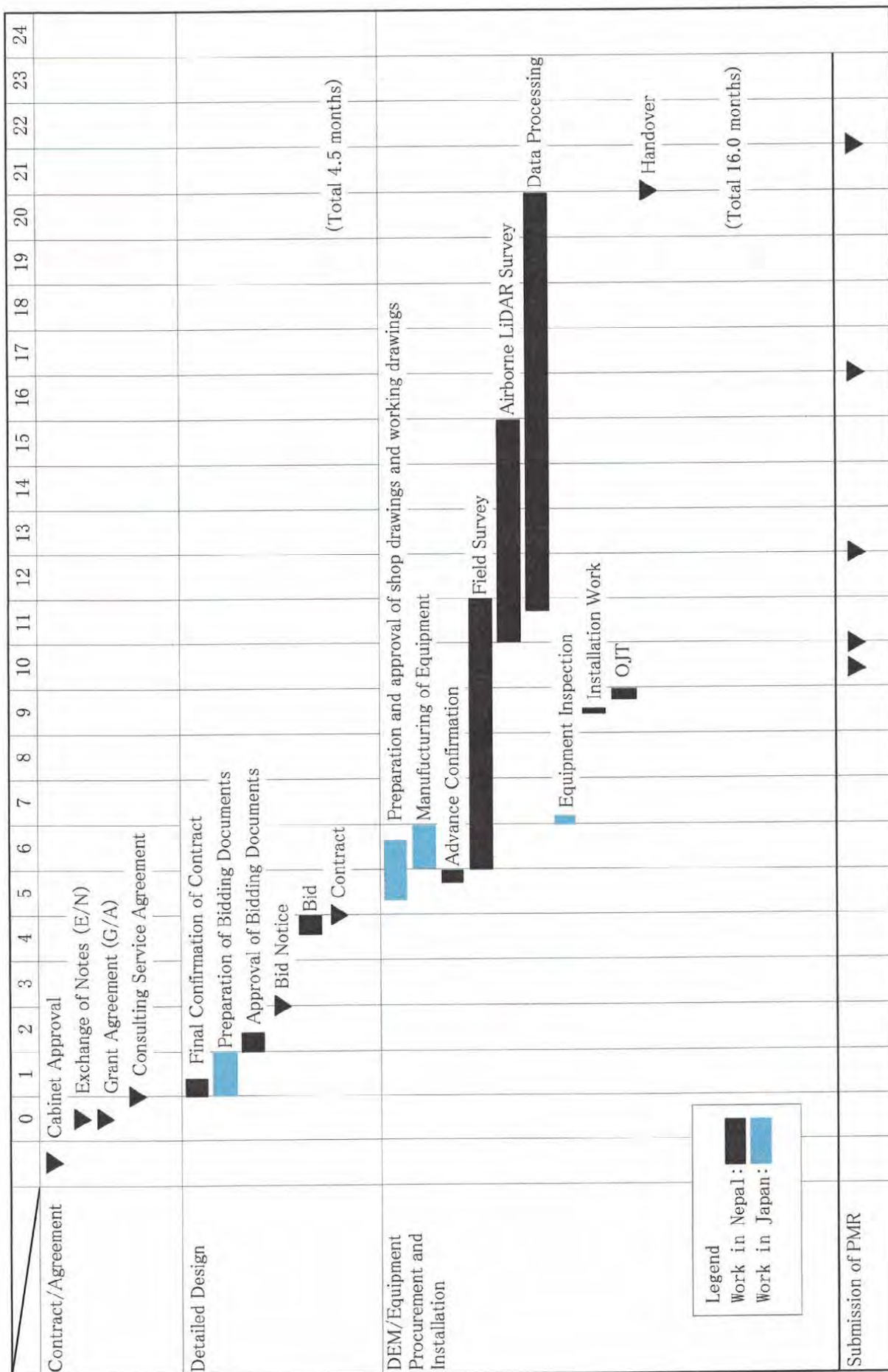
Annex 5 Organogram

Annex 6-1 Flow of Data Disclosure

Annex 6-2 Publication and Copyright plan of DEM

Annex 7 Project Site





Legend
 Work in Nepal: [Black Bar]
 Work in Japan: [Blue Bar]

Handwritten mark resembling a stylized 'M' or '2'.

Handwritten signature or initials.

Major Undertakings to be taken by the Government of Nepal

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

The Mission explained the necessity of confirming the actions mentioned in the table below. Survey Department raised the concern that these responsibilities of the higher responsibilities like MoF, MOLACPA, etc. can be discussed and finalized during the time of Grant Agreement.

(1) Before the Bid

NO.	Items	Deadline	In Charge	Estimated cost	Ref.
1	To sign the banking arrangement (B/A) with a bank in Japan (the Agent Bank) to open bank account for the Grant	within 1 month after the signing of the G/A			
2	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)	SD		
3	To bear the following commissions to the Agent Bank for the banking services based upon B/A				
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)			
	2) Payment commission for A/P	every payment			
4	Facilitating in securing of lands (hereinafter referred to as "the Project site") for the installation of the Equipment	Complete before bid notice	SD		
5	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding document (s)	SD		

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, SD: Survey Department,

(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			

A2-1

NO.	Items	Deadline	In charge	Estimated cost	Ref.
		signing of the contract(s)			
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)			
	2) Payment commission for A/P	every payment			
3	Facilitating to the security of personnel at the Project site, when necessary		SD		
4	Facilitate the process of prompt customs clearance and to assist the Supplier(s) with internal transportation in the country of the Recipient	during the Project	SD		
5	Facilitate 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	SD		
6	Facilitate in obtaining the following permissions regarding the airborne liDAR survey from CAAN and related organizations: 1) Permission for parking of aircraft used for the survey 2) Domestic flight permission 3) Permission to fly on the Indian border 4) Data acquisition permission	Complete before the commencement of the airborne liDAR survey	SD		
7	Providing of information of existing control point and bench marks		SD		
8	Facilitate in securing the following storage spaces, facilities, sites, yards, etc.: 1) Storage spaces for the Equipment 2) Space for temporary offices for the Consultant and the Supplier 3) Space for parking air craft for airborne liDAR survey 4) Space for storage of material 5) Space for a seminar of Soft Component (Max. 60 persons)		SD		
9	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies as shown below, which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be exempted/ be borne by its designated authority without using the Grant. 1) Corporate Tax, 2) Personal Income Tax, 3) Withholding Tax, 4) Consumption Tax (VAT), 5) Excise Tax,	during the Project			

NO.	Items	Deadline	In charge	Estimated cost	Ref.
	6) Import Duties, 7) Other duties, taxes or levies, if any				
10	Transporting of the airborne liDAR survey equipment, customs procedures and tax procedures at Kathmandu airport				
11	Facilitate in obtaining a confirmation letter for: 1) Permission to undertake the Installation work at the Project site 2) Permission to enter the Project site		SD		
12	Make arrangement to bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project.	during the Project	SD		
13	1) To submit Project Monitoring Report at fixed times	within one month after fixed timing in accordance with G/A	SD		
	2) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	SD		
14	To submit a report concerning completion of the Project.	within six months after completion of the Project	SD		
15	Make arrangements to provide facilities for distribution of electricity and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s).				
	1) Electricity Facilitate for providing electricity for the Equipment at the Project site	before start of the Installation Work	SD		
	2) Furniture and Equipment General furniture	before start of the Installation Work	SD		

(3) After the Project

NO.	Items	Deadline	In charge	Estimated cost	Ref.
1	Providing security to the DEM and Equipment after handover.		SD		
2	Establishing structure for implementing operations and maintenance for the DEM and Equipment.		SD		
3	Allocating necessary staff and budget to establish proper operations and maintenance structures, including routine checks/periodic inspections and cleaning.		SD		

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

NO.	Items	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To provide DEM data and equipment	/
2	To implement detailed design, bidding support, procurement supervision and soft component (Consulting Service)	
	Total	-

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

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 (signed date of the G/A), for (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]



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 (_____): _____

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)

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			Cost (Million Yen)	
	Original (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			Cost (1,000 Taka)	
	Original (proposed in the outline design)	Actual (in case of any modification)	Original ^{1),2)} (proposed in the outline design)	Actual
	1.			

- 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)

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:

	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.

5

5

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	Price (Increased) 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)

-
-
-

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 Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
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%)	

Specifications for DEM.

Item		Standards
Airborne Lidar Survey	Lidar points density	4 points/m ² or more
	Distance from reference station	25 km or less
	Flight line overlap	15 % or more
	Scanning coverage	DEM creation area and area outside up to 150 m
	Elevation accuracy	±0.25 m
Aerial photography	Digital camera	Medium frame camera
	Ground pixel size	Max. 15 cm (at the nadir)
	Forward overlap	At least 15 % or more
	Overlap ratio between courses	15% or more
Digital Orthophoto	Ground pixel size	15cm
	Horizontal accuracy	±0.10 m
Deliverable	DEM	Types of elevation models: DTM (Digital Terrain Model) and DSM (Digital Surface Model) Grid spacing: 1 m
	Original data	including whole pulse data and reflection intensity data
	Digital orthophotos	Pixel size: 15 cm
	Contours	Intermediate contour interval: 50 cm
	Metadata	ISO standards
Data format	DEM	Either of the following formats: img, geotiff or tiff
	Original data	LAS (version 1.1)
	Digital Photographs (Raw data)	tiff, img
	Digital orthophotos	Either of the following formats: img, geotiff or tiff
	Contours	Shp format

Standards for Operating Specifications for Public Surveying - Chapter 8 Airborne laser surveying

Section 1 Abstract

(Abstract)

Article 312 “Airborne laser surveying” refers to the series of work consist of collection of topographic data using an airborne LiDAR system, and creation of digital geospatial data files such as digital elevation models (hereinafter referred to as “grid data”).

(Geospatial information quality level and grid interval)

Article 313 The standard of the digital elevation model is expressed by grid interval on the ground.

- 2 The standard relationship between the geospatial information quality level and the grid interval is defined in the following table.

geospatial information quality level	grid interval
500	$\leq 0.5\text{m}$
1000	$\leq 1\text{m}$
2500	$\leq 2\text{m}$
5000	$\leq 5\text{m}$

(Work item and process flow)

Article 314 Standard work item and process flow shall be the following.

- (1) Planning
- (2) Installation of fixed GNSS base stations
- (3) Airborne LiDAR data collection
- (4) Installation of ground control points
- (5) Creation of 3D measurement data
- (6) Original point cloud data creation
- (7) Ground point cloud data creation
- (8) Grid data creation
- (9) Contour data creation
- (10) Digital geospatial data file creation
- (11) Quality evaluation
- (12) Deliverables

Section 2 Planning

(Abstract)

Article 315 The work plan shall be prepared for each process in addition to the provisions of Article 11^{*1}.

- 2 The airborne LiDAR data collection shall be planned for the measurement specifications, flight courses, the location and observation of the fixed GNSS base stations, in consideration of the GNSS satellite distribution.
- 3 "Measurement specifications" include flight altitude, ground speed, swath overlap between courses (%), scanning rate, scan angle, pulse rate, nominal ground pulse distance in flight direction and orthogonal direction, and is planned to satisfy the required 3D model grid interval.
- 4 The ground pulse distance (β) of the 3D model data is obtained by the following formula using the grid interval (α) and the constant (θ), and is planned so that there exist one point or more in a grid.

$$\text{(Formula) } \beta = \alpha / \theta \text{ (}\theta: 1.1 \text{ to } 1.5\text{)}$$

- 5 Airborne LiDAR data collection is planned to satisfy the requirement of 3D model data interval. At that time, in consideration of the terrain conditions, the swath overlap between courses and round-trip flight courses shall be adjusted.
- 6 Swath overlap is 30% as a standard.
- 7 The data collection area shall be buffered by a minimum of distance 10 times of the grid interval around the project target area boundary.
- 8 The location of the fixed GNSS base station shall be planned in consideration of the sky view and the baseline distance.
- 9 The GNSS observation plan shall be conducted in consideration of the number of satellites observable referring the latest orbit information.

Section 3 Installation of fixed GNSS base stations

(Installation of fixed GNSS base stations)

Article 316 "Installation of fixed GNSS base stations" means installation of ground reference station for kinematic GNSS positioning of the LiDAR sensor in airborne laser surveying.

- 2 The location of fixed GNSS base station shall be planned so that the baseline distance in the project target area shall not exceed 50km.
- 3 In principle, GEONET station shall be used for fixed GNSS base station.
- 4 When a new fixed GNSS base station is installed, the horizontal and vertical geodetic coordinates shall be obtained by first-order control point survey and third-order levelling.
- 5 If a new fixed GNSS base station is installed, a fixed GNSS base station description report shall be created.

(Inspection of fixed GNSS base stations)

Article 317 The inspection of fixed GNSS base stations shall be conducted at the time of installation and the following items shall be inspected.

- (1) Ensure appropriateness of sky view and GNSS signal receiving capability.
- (2) Appropriateness of location of fixed GNSS base stations in the project target area
- (3) Ensure the horizontal and vertical coordinate accuracy of the fixed GNSS base stations
- (4) Check if GNSS antenna is firmly fixed.

Section 4 Airborne LiDAR data collection

(Airborne LiDAR data collection)

Article 318 “Airborne LiDAR data collection” refers to an operation to measure topographic data using an airborne LiDAR system.

(Aerial LiDAR system)

Article 319 The airborne LiDAR system shall consist of GNSS / IMU equipment, LiDAR sensor and analysis software.

- 2 The performance of the equipment etc. shall be as follows.
 - (1) Airborne GNSS antenna and receiver
 - (a) The GNSS antenna shall be securely fixed to the top of the aircraft.
 - (b) GNSS observation data shall be acquired at 1-second epochs or better.
 - (c) The GNSS shall be capable to observe dual frequency.
 - (2) Kinematic GNSS analysis software shall have the following functions as a standard.
 - (a) Able to analyse the baseline vector by kinematic analysis.
 - (b) The evaluation items of analysis results can be displayed.
 - (3) The GNSS surveying equipment shall have the performance listed in the following table or equivalent or better.

item	Performance
horizontal	0.3m
vertical	0.3m

(4) IMU

- (a) The IMU shall be able to measure the tilts of the sensor unit along three axes as rolling, pitching, and heading, and accelerometer, with the standard deviation of the analysis results and the data acquisition interval shall be those listed in the following table, or have the same or better performance.

item	performance
rolling	0.015 degree
pitching	0.015 degree
heading	0.035 degree
sampling rate	0.005 sec

- (b) The IMU shall be connected directly to the LiDAR sensor.
- (5) LiDAR sensor
- (a) LiDAR sensor shall be capable of capturing 2 or more returns including first and last returns.
 - (b) LiDAR sensor shall have scanning function.
 - (c) LiDAR sensor shall have function to prevent adverse effect on human body such as eye-safe function.
 - (d) Safety standards shall be clearly shown.
- (6) The analysis software must be able to calculate the 3D position of the measured point.
- (7) The airborne LiDAR system shall be boresight calibrated and the calibration shall be valid for 6 months.
- (8) An inspection record that records the contents of equipment inspection shall be created prior to the commencement of work.

(Data collection)

Article 320 GNSS observation data of fixed base stations, GNSS observation data on an aircraft, IMU observation data, and LiDAR data shall be collected.

- 2 In principle, aviation laser measurements for the same course should be performed at a straight line and at an equal altitude. However, this does not apply when using a rotorcraft.
- 3 The ground speed on the same course shall be kept constant.
- 4 The measurement target area shall be acquired for a range obtained by extending the outer circumference of the work area by a distance that is at least 10 times the lattice interval.
- 5 GNSS observation shall be conducted as follows.
 - (1) The data acquisition interval for GNSS observations on fixed stations and aircraft shall be 1 second or less.
 - (2) The provisions of Article 37, Paragraph 2, Item 2^{*2} shall apply mutatis mutandis to the number of GNSS satellites at the time of acquisition.
 - (3) The GNSS observation results, etc. shall be organized in a quality control table describing the records of the GNSS satellites, etc., data such as books, and baseline analysis results.

(Digital photography for aerial laser surveying)

Article 321 Digital photography for aerial laser surveying is image data obtained by photographing the ground surface from the air, and is taken for filtering and inspection.

- 2 Numerical photographs for aerial lasers shall be taken in consideration of the following items.
 - (1) The standard is to take images at the same time as the aviation laser measurement.
 - (2) The resolution shall be such that the ground shielding objects such as buildings can be confirmed, and the ground pixel size shall be 1.0 m or less as standard.
 - (3) Shooting shall be within the range covering the measurement area.

(Inspection of airborne laser measurement)

Article 322 Airborne laser measurement shall be inspected as soon as the airborne laser measurement has been completed, and an accuracy management table shall be created to determine whether re-measurement is required.

- 2 Inspection shall be performed for each of the following items.
 - (1) Operation of GNSS surveying equipment installed on fixed stations and aircraft, and quality of data recording
 - (2) Occurrence of cycle slip
 - (3) Appropriateness of the airborne laser measurement area
 - (4) the shooting area and image quality of digital photographs for airborne laser survey
 - (5) Appropriateness of the flight altitude and courses
- 3 Inspection of the kinematic analysis results shall be checked for the following items on each flight course.
 - (1) Minimum number of satellites
 - (2) DOP (PDOP, HDOP, VDOP) value
 - (3) Difference between double running solutions
 - (4) The quality of the solution
 - (5) Average and maximum standard deviation of positions
- 4 The inspection of the optimal orbit analysis results shall be performed for the following items on each flight course.
 - (1) Consistency of GNSS and IMU solutions
 - (2) Average and maximum standard deviation of positions
 - (3) Average and maximum standard deviation of tilting

- 5 Inspection of measurement data shall be performed for the following items.
 - (1) Data voids for each course
 - (2) Flight line deviations from the predetermined flight course
- 6 The following items shall be prepared as inspection materials.
 - (1) Number of satellites and PDOP diagram during the measurement time period obtained from kinematic analysis
 - (2) Check map of data voids overlaid with the measurement area for each course
 - (3) Flight line map together with the predetermined flight course
 - (4) Airborne laser measurement record
 - (5) Airborne laser measurement work report
 - (6) Notes and records describing the layout of GNSS satellites, etc.
 - (7) GNSS / IMU calculation accuracy management table
- 7 When a fixed station other than the GEONET is used, the following items shall be prepared as inspection materials.
 - (1) Fixed station observation record book
 - (2) GNSS observation data file manual
- 8 If re-measurement is required based on the inspection results, it shall be promptly performed.

Section 5 Installation of ground control point

(Installation of ground control point)

Article 323 “Installation of ground control point” refers to an operation of installing a reference point (hereinafter referred to as “GCPs”) for performing inspection and adjustment of 3D measurement data.

- 2 GCPs shall be installed according to the following items.
 - (1) The location of a GCP shall be flat area with minimum length of 2 to 3 times of grid interval such as ground, vacant land, road, park, rooftop, etc., without any obstructions such as trees or sidewalk steps in order to ensure appropriate GPS signal observation.
 - (2) The number of GCPs shall be a value obtained by dividing the target area (km²) by 25 and plus 1 as standard, and the minimum number is 4 points.

- (3) In principle, the points shall be installed at the four corners of the work area, and in consideration of the location of the flat land and bench marks, it shall be uniformly distributed throughout the work area.

(Surveying of ground control point)

Article 324 GCPs shall be surveyed according to the following items.

- (1) The horizontal coordinates shall be obtained by the fourth-order control point survey specified in Chapter 2 of Part 2^{*3}. However, if there is no known triangular point nearby available, GNSS single positioning method stipulated in Article 59, Paragraph 6, Item 2^{*4} can be applied.
 - (2) The vertical coordinate shall be obtained by the fourth-order levelling specified in Chapter 3 of Part 2^{*5}. However, if there is no known benchmark point nearby available, GNSS static positioning method specified in Chapter 2 of Part 2^{*2} can be applied.
- 2 GCP index map and a GCP description report shall be prepared. An on-site photo shall be attached to the GCP description report.

Section 6 Creation of 3D measurement data

(Creation of 3D measurement data)

Article 325 “Creation of 3D measurement data” refers to an operation of integrating and analysing airborne LiDAR data to create three-dimensional coordinate data of a measurement position.

- 2 When creating the 3D measurement data, error data such as multi-reflection noise to building walls or others shall be removed by referring cross-sectional or bird's-eye view display.
- 3 The ground coordinate of 3D measurement data shall be centimetre unit.

(Inspection of 3D measurement data)

Article 326 The inspection of 3D measurement data shall be performed by comparison with the ground control points.

- 2 The comparison between ground control point and 3D measurement data shall be carried out as follows.
 - (1) The 3D measurement data to be compared with the ground control point is obtained by averaging all the measurement data in a circle with a radius of grid interval or a square with a width of a double of grid interval.
 - (2) The differences between the ground control point and the 3D measurement data and their average and RMS error shall be obtained at each ground control point.
 - (3) The difference between a ground control point and an averaged 3D measurement data shall be obtained at all ground control points, and their RMS error shall be obtained.

- (4) The inspection results shall be reported in the 3D measurement data inspection table and the ground control point description table.
- 3 Measures to the inspection results of the preceding paragraph shall be performed as follows.
- (1) If the absolute value of the average value of the difference is exceeding 25cm or the RMS error is exceeding 30cm, as a result of inspection at each ground control point, the reason shall be clarified and appropriate action such as recalculation or re-measurement shall be carried out.
- (2) As a result of inspection at all ground control points, if the absolute value of the average difference is exceeding 25cm or the RMS is exceeding 25cm, clarify the reason and recalculation or re-measurement shall be taken place. However, if the tendency of difference is consistent in the entire work area, correction measure based on the provisions of Article 333 shall be performed.

(Inspection of vertical value between courses)

Article 327 For the inspection of vertical value between courses, the check points shall be selected in the overlaps between courses, and the vertical values for each course shall be compared and inspected.

- 2 The selection and inspection of check points are as follows.
- (1) The number of check points will be more than course length (km) / 10 + 1.
- (2) The check points are distributed at the end points of the course of the overlaps and evenly above and below the overlapping area.
- (3) In the case of terrain conditions such as mountainous areas and linear areas, the arrangement and points can be changed.
- (4) The check point shall be selected at a flat and clear point, and the vertical value is obtained by averaging all the measurement data in a circle with a radius of grid interval or a square with a width of a double of grid interval.
- (5) The difference of the vertical value of the check point of each course for each overlaps, and their average shall be obtained.
- (6) When the absolute value of the average of the vertical difference for each overlapping course is exceeding 30cm, check points shall be re-selected or the calibration value is re-measured and the measurement data is re-corrected from the inspection result.
- 3 The inspection results of vertical values between courses shall be reported in the table of inspection residuals between courses. In addition, as for the index map, the inter-course check point index map is created.

(Re-inspection)

Article 328 After the work is completed, prepare the ground control point location map, ground control point information table, 3D measurement data inspection table, ground control point survey table, inter-course check point location map, and inter-course

inspection residual table. The following items shall be inspected using digital photographs for airborne laser surveying.

- (1) Adequacy of distribution and location of the ground control points
- (2) Appropriateness of the mean and standard deviation of the difference between the ground control point and the 3D measurement data
- (3) Appropriateness of distribution and location of check points
- (4) Appropriateness of the average value and standard deviation of the difference in vertical values at the check points

(Creation of photo map data for airborne laser survey)

Article 329 The creation of photo map for airborne laser survey shall be performed by orthogonal transformation using the digital photographs for airborne laser survey and the 3D measurement data.

- 2 The photo map data file shall be created according to the following items.
 - (1) In principle, the area of one file is the area of the national land map.
 - (2) The data format is TIFF.
 - (3) The coordinate information file is in the Esri World File format.

(Creating water body polygon data)

Article 330 The water body polygon data is created for the area of the water body using the photo map data.

- 2 “Water body” means a place where the surface of the river, pond, etc. is covered with water including sea.
- 3 Water body polygon data is created if the water area is large enough in comparison with grid interval. However, when there is no water area, this work is skipped.

(Calculation of data voids)

Article 331 The data void rate is based on the grid interval, and the rate of missing 3D measurement data is calculated.

- 2 “Data void” refers to a case where 3D measurement data position is divided by a grid interval and there is no 3D measurement data in one grid. However, water part is not included.
- 3 The data void rate indicates the ratio of void data to the target area, and is calculated by the following formula.

$$\text{The data void rate} = (\text{number of void data} / \text{number of grids}) \times 100$$

- 4 The calculation is performed by each map frame of the national land map, and the data void rate is reported in the data void rate table.

- 5 The data void rate shall not exceed 10% when the grid interval exceeds 1 meter, and 15% when the grid interval is less than 1 meter.

(Inspection of data)

Article 332 Data inspection shall be performed using graphic compilation system.

- 2 Inspection shall be performed for each of the following items.
 - (1) Paying attention to major features (roads, etc.), check whether there is an apparent image gap on airborne laser photomap data
 - (2) No missing of water body polygon data
 - (3) Adequacy of water body polygon data gap
 - (4) Adequacy of data void rate

Section 7 Original point cloud data creation

(Original point cloud data creation)

Article 333 “Original point cloud data creation” refers to an operation of creating 3D coordinate data inspected and adjusted from the 3D measurement data using the ground control point data.

- 2 When the absolute value of the average value of the difference between the ground control point and the 3D measurement data is exceeding 25cm, the entire region shall be adjusted.
- 3 As for adjustment, the elevation value of the 3D measurement data of the entire region is corrected by parallel movement with a uniform vertical shift.

(Inspection of original data)

Article 334 The original data is inspected before and after the adjustment, and inspected again at the end of the work.

- 2 When original data is created after adjustment, it is checked whether the average value and standard deviation of the differences are within the allowable range, using the ground control point residual table.

Section 8 Ground point cloud data creation

(Ground point cloud data creation)

Article 335 “Ground point cloud data creation” refers to an operation of creating ground surface 3D coordinate data from original point cloud data by filtering method.

- 2 The ground point cloud data is created for area buffered by a minimum of distance 10 times of the grid interval around the project target area boundary.
- 3 “Filtering” refers to the work of removing data other than the ground surface. The following are standard items to be omitted.

transportation facilities	road facilities	road bridge (more than 5m in length), viaduct, pedestrian bridge, lighting pole, signal light, road information board, etc.
	railroad facilities	railroad bridge (more than 5m in length), viaduct (including monorail viaduct), overpass, platform, platform shed, aerial wire support pole, signal light pole
	moving objects	parking vehicle, railway vehicle, ship
buildings	buildings and related facilities	houses, factories, warehouses, public facilities, station buildings, wall-less huts, greenhouses, plastic houses, stadium stands, gates, swimming pools (including foundations), fences
small objects		monument, shrine gate, water tank, fertilizer tank, water tower, hoist, chimney, tower, radio tower, lighthouse, pipe line (ground, air), power line
water part	water related facilities	floating pier, water level gauge facility, river information board
plant		tree ^{*1} , bamboo ^{*1} , hedge ^{*1}
others	others	areas under large-scale construction work ^{*2} , excavation parts for subway construction, material storage, etc.
remarks		* 1 The part regarded as the ground surface shall be adopted as much as possible. * 2 The ground surface that looks as permanent shall be adopted.

- 4 If a problem occurs in the terrain expression in the filtering of the large-scale ground shielding part, the interpolation is performed using the surrounding unfiltered ground data.

(Creating low-density polygon data)

Article 336 The low-density polygon data is created at an area where the ground data density is very low after filtering.

- 2 “Low density” refers to a case in which original data is collectively removed by filtering.
- 3 Decision of “low density” or not shall be made by referring contour lines, etc., where the accuracy of the Article 80^{*6} digital topographic map data cannot be satisfied.

(Matching with existing data)

Article 337 Consistency with existing data shall be compared and inspected by setting an overlapping section between existing data and ground data.

- 2 The number of check points is one or more for each basic land map frame area, and the check points are selected in flat areas such as ground, vacant land, roads, parks, etc., where little influence of the ground control point and ground shielding is expected. In principle, check point shall have at least 100 measurement points.
- 3 The inspection shall be conducted as follows.
- (1) Compare averaged ground data within the overlapping area.
- (2) Calculate the mean and standard deviation of the difference.

- (3) If the standard deviation is exceeding 30cm, clarify the reason in consideration of the original data and take appropriate measures such as recalculation or remeasurement.
- (4) When there is no ground data as existing data, grid data of existing data can be used as substitute.
- (5) The inspection results are reported in the existing data verification table.

(Creating filtering quality check map)

Article 338 The filtering quality check map is created to check whether filtering is properly performed and whether there is no abnormality in the created ground data.

- 2 Two types of filtering quality check maps as "Airborne Laser Photo Map Data and Contour Data Overlay Map" and "Airborne Laser Photo Map Data, Original Data, Water Polygon and Low Density Polygon Overlay Map" shall be created. However, when the airborne laser photo map data is not created, shaded colour gradient map created from the original data can be used as substitute.
- 3 The filtering quality check map shall be prepared by each national land basic map frame.
- 4 The filtering quality check map is printed out at a scale corresponding to the geospatial information quality level of the grid interval.
- 5 The following table is the standard for the contour interval and colour in the "Airborne Laser Photo Map Data and Contour Data Overlay Map". In addition, elevation values are added to the index contour line, and a symbol is added to the depression part.

contour line	interval	colour
index	5m	Yellow
intermediate	1m	red

- 6 The color classification in the "Airborne Laser Photo Map Data, Original Data, Water Polygon and Low Density Polygon Overlay Map" is based on the following table.

item	colour
Points adopted as ground data in the original data	red
Points deleted by filtering in the original data	yellow
Water body polygon boundary	deep blue
Low density polygon boundary	green

- 7 The filtering quality check map shall be prepared for area buffered by a minimum of distance 10 times of the grid interval around the map frame.

(Checking filtering quality)



Article 339 Filtering quality check shall be performed for each of the following items using a filtering quality check map.

- (1) Appropriateness of acceptance / rejection of original data of filtering objects prescribed in Article 335, Paragraph 3
 - (2) Suitability of water body polygon area
 - (3) Suitability of low density polygon area
- 2 As for filtering, quality check shall be conducted for 5% of the total.
 - 3 If it is difficult to judge whether the filtering is good or bad, it shall be checked by a cross-sectional expression using a graphic compilation system.

Section 9 Grid data creation

(Grid data creation)

Article 340 “Grid data creation” refers to an operation of creating a sequence of elevation data at each grid point from ground data by interpolation.

- 2 The accuracy of the elevation value of the grid data is in the following table as standard.

item	RMS error
When there is ground data within the grid	$\leq 0.3\text{m}$
When there is no ground data within the grid	$\leq 2.0\text{m}$

- 3 Grid data shall be filed by each national basic map frame.
- 4 The elevation interpolation method for the grid data is based on the use of TIN or nearest neighbor methods in consideration of the topography, the usage of the grid data and the density of the ground data. However, Kriging interpolation method can be applied for area of many data voids.
- 5 About each point of grid data, the attribute showing a filtering condition or a water part condition shall be added as needed.
- 6 The unit of elevation value in the grid data is 0.1m.

(Creation of grid data check map)

Article 341 The grid data check map is created to check whether the created grid data is normal and whether the data consistency between neighbouring maps is properly kept.

- 2 When the grid data is checked by the graphic compilation system, the creation of grid data check map can be omitted.

- 3 The grid data check map is based on the shaded colour gradient map created by each national land basic map frame, and the boundary lines of the low-density polygons are superimposed.
- 4 The shaded colour gradient map is created with geospatial information quality levels of 5,000 to 10,000 as a standard.
- 5 When there is existing data for adjacent to the target area, the grid data check map shall be created for area buffered by a minimum of distance 10 times of the grid interval around project target area boundary.

(Inspection of grid data)

Article 342 Grid data inspection shall be performed for each of the following items using a grid data check map or graphic compilation system.

- (1) Appropriateness of predetermined grid interval, etc.
- (2) Incorrect or missing elevation values
- (3) Area of water
- (4) Low density area
- (5) Consistency between neighbouring frame data

Section 10 Contour data creation

(Contour data creation)

Article 343 “Creation of contour line data” refers to an operation of creating contour line data by automatic generation from ground data or grid data.

2 Contour line data is created as follows.

- (1) The contour line data shall be created by each national land basic map frame.
- (2) The interval of ground data or grid data is shown in the following table as standard. Ground data and grid data of area buffered by a minimum of distance 10 times of the grid interval around project target area boundary shall be used for the creation of contour data.

geospatial information quality level	intermediate contour	index contour	ground data, grid data		
			1m	2m	5m
500	1m	5m	○	—	—
1,000	1m	5m	○	—	—
2,500	2m	10m	○	○	—
5,000	5m	25m	○	○	○

(Inspection of contour data)

Article 344 The inspection of contour line data shall be performed using a graphic compilation system, print out maps, etc.

- 2 The contents of inspection are as follows.
 - (1) Mistakes and omissions in contour data
 - (2) Adequacy of contour shape

Section 11 Digital geospatial data file creation

(Abstract)

Article 345 In this section, “Digital geospatial data file creation” means creating a digital geospatial data file according to the product specifications and recording it on an electromagnetic recording medium.

- 2 The digital geospatial data files in this section are as follows.
 - (1) Original data
 - (2) Ground data
 - (3) Grid data
 - (4) Water body polygon boundary line
 - (5) Low density polygon boundary line
 - (6) Digital photomap data for airborne laser survey
 - (7) Location information file
 - (8) Contour line data
 - (9) Stored data list

Section 12 Quality evaluation

(Quality evaluation)

Article 346 For the quality evaluation of digital topographic map data files, the provisions of Article 44^{*7} shall be applied.

Section 13 Deliverables

(Create metadata)

Article 347 The provisions of Article 45^{*8} shall be applied to the creation of metadata for digital geospatial data files.

(Deliverables)

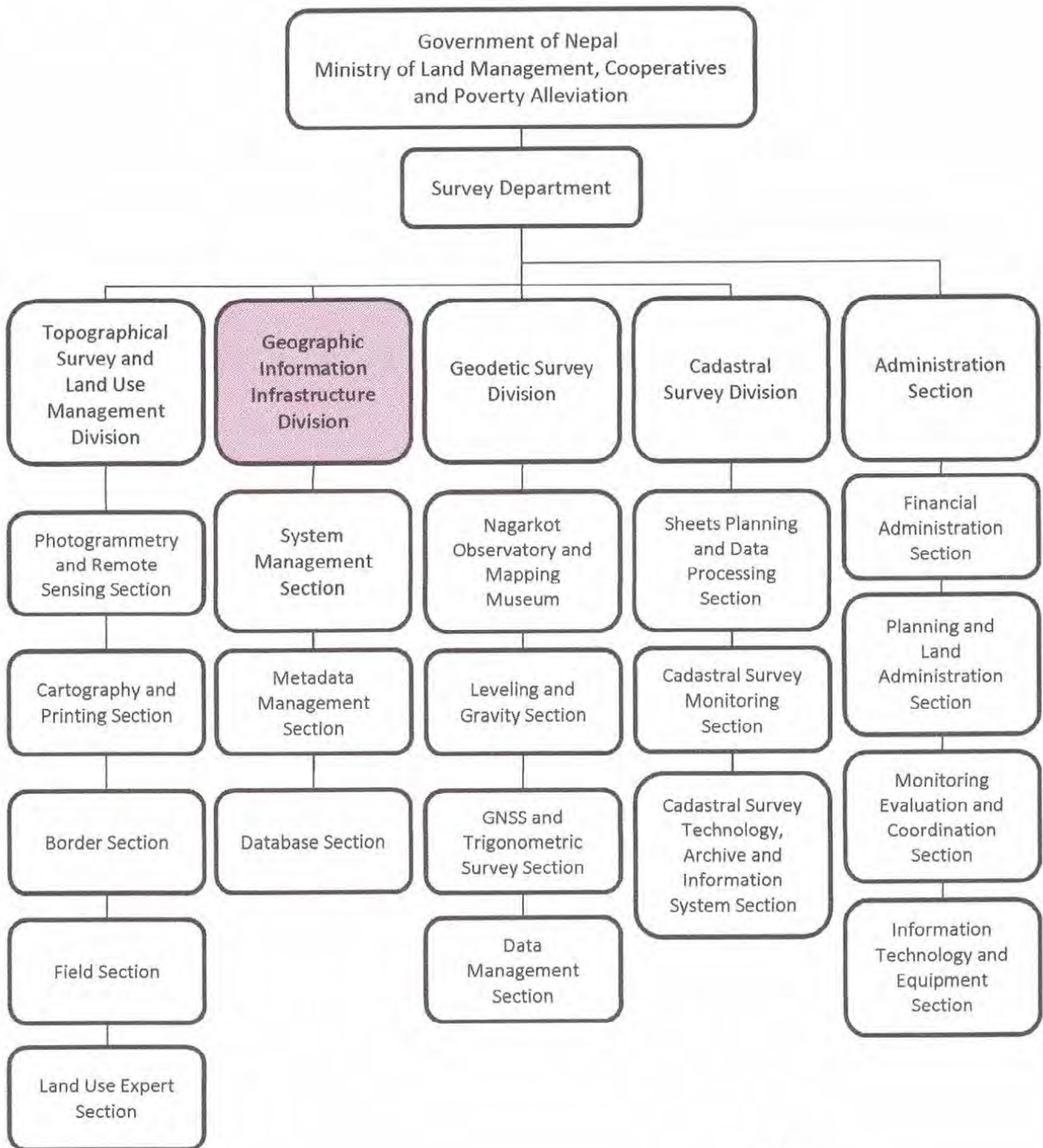
Article 348 The deliverables to be provided are as follows.

- (1) Digital geospatial data file
- (2) Work records

- (3) Quality control table
- (4) Quality evaluation table
- (5) Metadata
- (6) Others



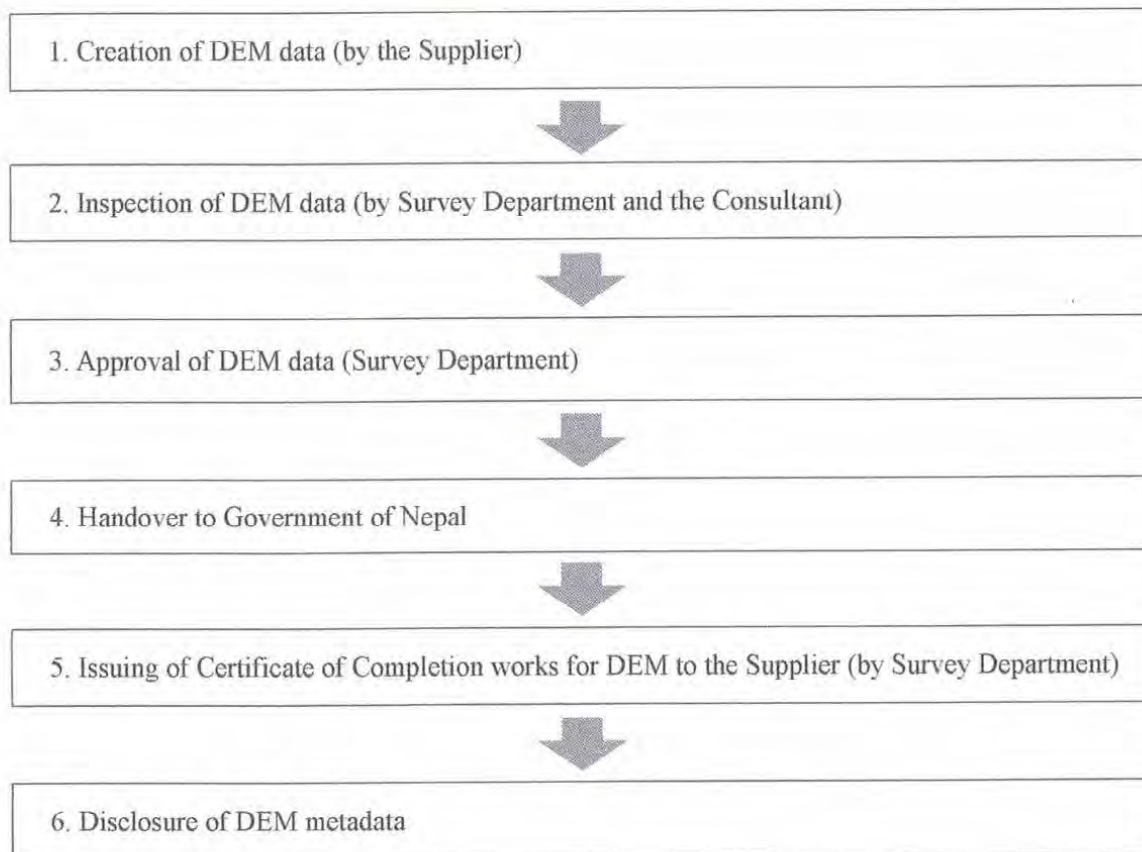
Organogram of Survey Department



~

[Handwritten signature]

Flow of Data Disclosure



5

5

Publication and Copyright plan of DEM

The publication and the copyright of DEM developed by the grant aid project are proposed as follows.

(1) Target of publication of DEM

All the DEM of the target area of the project shall be open. DEM shall be open not only Nepal people but also foreigners. When someone requests the original data of the laser survey, it shall be open if the purpose of use is appropriate.

(2) Copyright of DEM

The copyright of DEM developed by the grant aid project belongs to DOS, and Japan is vested to have right of using the DEM.

(3) Distribution of DEM

The DEM shall be distributed at the office in charge of data sales in GIID. The flow of sales for existing digital products shall be applied to the distribution of the DEM. The turnaround time from order to receipt in the office should be reduced using the tools such as the one developed in the soft component in the project.

In near future, it is desirable to establish an environment enabling data order through Internet even though the receipt of the data is made in Survey Department as it is.

(4) Variety of DEM Products and their prices

Variety of DEM products shall be as follows.

1) Coordinate system

- a. Based on geodetic reference system and projection defined in Nepal
- b. Based on WGS84 and UTM projection

2) File unit

The extent of 10 km x 10 km shall be one file. Several file formats which are appropriate considering user needs should be prepared.

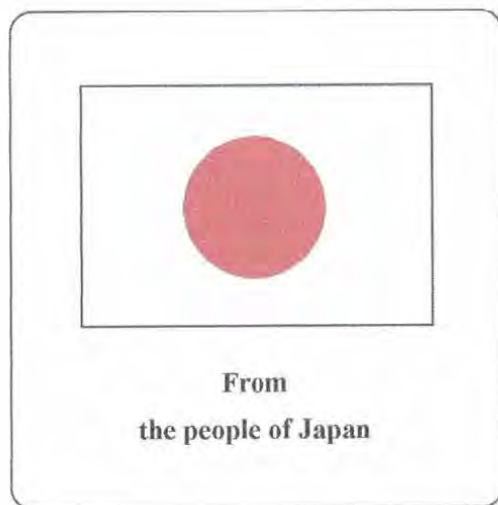
The price should be free of charge ideally, but if it is difficult, it should be affordable, for instance about following price so that anyone who wants DEM can get it.

Set 300 Rs. for the extent of one sheet of 1:25,000 scale topographic map, and calculate unit price per area. Data price shall be area of data to be provided multiplied by unit price. Three hundred Rs. corresponds to the highest price of layer data among 8 layers of 1:25,000 digital topographic map.

In the case of distributing original laser survey data, it shall be free of charge.

(5) Description about the assistance by Japan

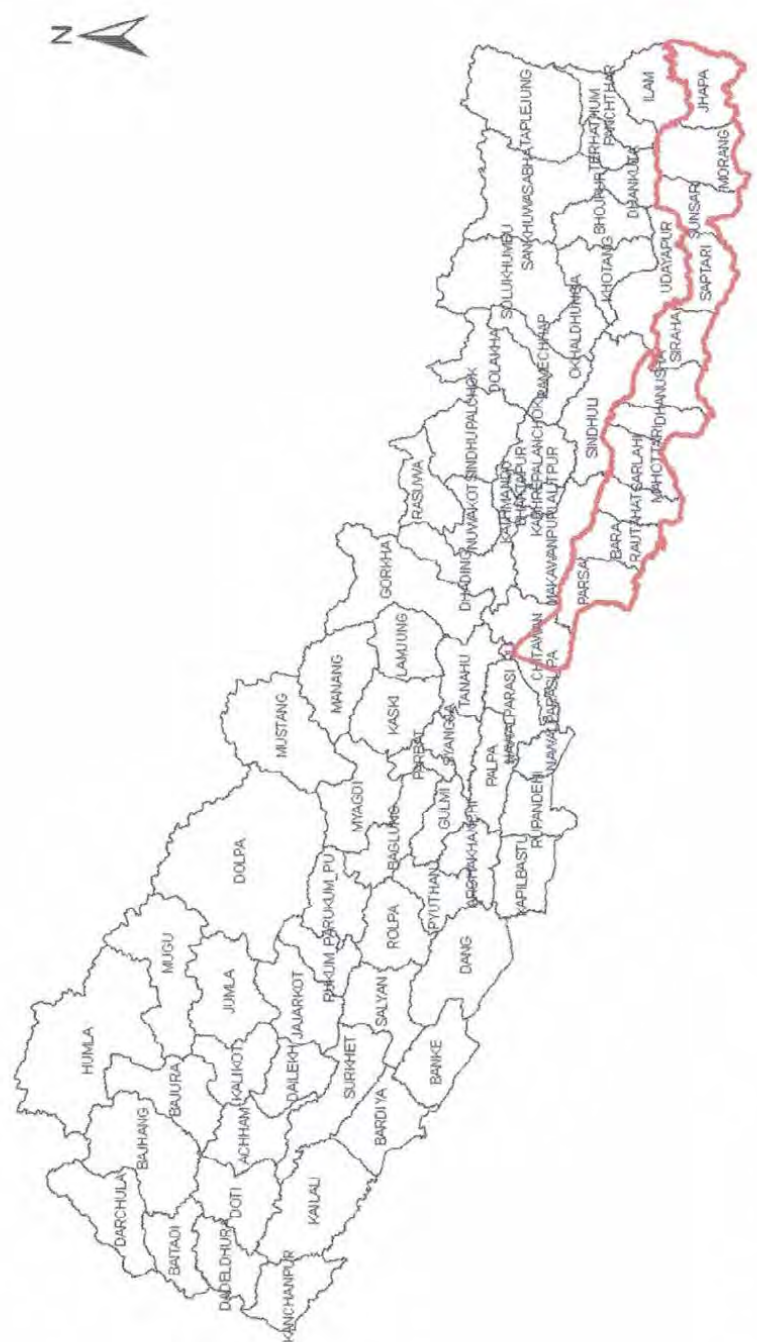
In some kind of explanatory document of DEM, the description showing DEM has been developed by the assistance of Japan with the logo of Japan's ODA as shown below shall be put on.



[Handwritten mark]

[Handwritten signature]

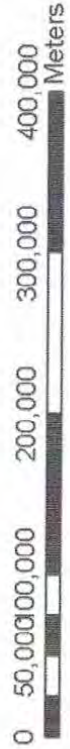
Development of Digital Elevation Model and Orthophoto



Total Project Site area 15,000 sq.km.

- Province no 1: Jhapa, Morang, Sunsari
- Province no 2: Saptari, Siraha, Dhanusha, Mahottari, Sarlahi, Rautahat, Bara, Parsa
- Province no 3: Part of Chitawan

Data Source:
Survey Department, Nepal



Legend

- Project Area
- District

Handwritten signature

資料5 ソフトコンポーネント計画書

1. ソフトコンポーネントを計画する背景

今回の協力によって詳細数値標高モデルが作成できればより精緻な洪水対策の作成などが可能となる。さらに平坦なタライ地方における灌漑をはじめとする水資源開発、都市計画、道路・鉄道建設、土地利用などにも活用できる。

このように東部タライ地域の詳細数値標高モデルができれば、それを用いたプロダクトが多数作成され利用されることとなる。その活用を効率的に行うために、関連する多数の機関に詳細数値標高モデルを利用したプロダクトやサービスの可能性を周知するとともに、詳細数値標高モデルを入手しやすく、かつ処理しやすい形で提供することが必要とされている。

また、これまでは本格的な数値標高モデルがなかったことから、防災関連機関に対し洪水対策においてどのような利用が可能なのかを測量局が説明できるようにして、これらの機関との連携を図る必要がある。さらに河川域では洪水による地形変化がしばしば起きている。測量局は防災関連機関と情報を共有し、これらの機関が適切に利活用できるよう詳細標高モデルを更新・維持管理する体制を構築することが重要となる。

現在ネパールの測量分野では作成された数値標高モデルが有効活用されていない課題がある。そのような問題を解決しながら今回作成される詳細数値標高モデルを運用し維持管理する体制を構築することが必要とされている。

以上の背景をもって、今回実施される協力成果の持続性が最低限確保されるためのソフトコンポーネントを計画するものである。

2. ソフトコンポーネントの目標

成果1：数値標高モデルの維持管理が持続する（数値標高モデル維持管理能力の定着）

測量局職員が、調達機材の機能及び運用・維持管理方法について、基本・応用的技術を理解し、調達機材が将来に亘り継続的に有効活用される。また、調達機材を活用して継続的に数値標高モデルを維持管理することができる。その中で、洪水対策分野についても数値標高モデルを適切に更新・維持管理するための能力が強化される。

成果2：数値標高モデルの利活用が促進される（数値標高モデル利用体制の強化）

数値標高モデルの利用可能性が国民に広く認知され、国民が詳細数値標高モデルを容易に入手、活用できる環境が構築される。また、測量局職員が数値標高モデルの利用方法について理解し、調達機材を活用して各種主題図を作成することができる。また洪水対策の関連組織から地形変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。

3. ソフトコンコネントの成果

成果1：数値標高モデル維持管理（数値標高モデル維持管理能力の定着）

成果1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新

（ドローン写真測量によってオルソフォト及び数値標高モデルを作成できる環境が構築され、既存の数値標高モデルへ統合することにより、広域数値標高モデルの維持管理を適正に行うことができる。地形の経年変化に応じて適切に数値標高モデルを維持管理できる）

- (1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。
- (2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。（洪水対策についても、防災に必要な地形変化に対する作業計画を策定し、適切に数値標高モデルを更新・維持管理できる。）

成果1-2 点群データ処理

（点群処理を行う環境が構築され、ドローンを使用した写真測量、航空レーザ測量、地上レーザスキャナ測量等で得られた点群のオリジナルデータから、グラウンドデータ、DTM（Digital Terrain Model：数値地形モデル）/DSM（Digital Surface Model：数値表層モデル）等の成果品を作成することができる）

- (1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。
- (2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。

成果2：数値標高モデル利活用促進（数値標高モデル利用体制の強化）

（ドローンを使用した写真測量、航空レーザ測量、地上レーザスキャナ測量等で得られたDTM/DSMが有効活用され、応用的な運用が実施できる状況になる）

- (1) 数値標高モデルの仕様や利用可能性が多くの機関・人々に認知される。
- (2) 提供担当者が、数値標高モデルの仕様や利用例を説明できる。
- (3) DTM/DSMから各種主題図（縦横断図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰図、傾斜区分図、差分図等）を作成することができる。
- (4) DTM/DSMから任意の地形変化量（堆砂変化量等）に関する解析を行うことができる。
- (5) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、およびDEM利用による洪水対策の取り組みを理解する。
- (6) 洪水対策の関連組織から地形変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。

4. 成果達成度の確認

成果達成度の確認方法は下表のとおりである。

成果 1：数値標高モデル維持管理（数値標高モデル維持管理能力の定着）

成果	達成度の確認
成果 1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	
(1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。	・ケーススタディとして課題を与え、運用習熟度を確認する。
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。(洪水対策についても、防災に必要な地形変化に対する作業計画を策定し、適切に数値標高モデルを更新・維持管理できる。)	・作成された各種手順書が適正であるか確認する。
成果 1-2 点群データ処理	
(1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。	・ケーススタディとして課題を与え、運用習熟度を確認する。
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。	・作成された各種手順書が適正であるか確認する。

成果 2：数値標高モデル利活用促進（数値標高モデル利用体制の強化）

成果	達成度の確認
(1) 詳細数値標高モデルの仕様や利用可能性が多く機関・人々に認知される。	・セミナー参加者へのアンケート調査(*セミナーについては活動の項を参照) ・利用可能性があると思定した機関に対するメールによるアンケート調査。
(2) 提供担当者が、詳細数値標高モデルの仕様や利用例を説明できる。	・詳細数値標高モデルとこれまで測量局が提供してきたデジタル等高線データや衛星データから作成された数値標高モデルの解像度や高さの精度を説明できる。 ・詳細数値標高モデルを利用した利用例を数例正しく説明できる。
(3) DTM/DSM から各種主題図(縦横断図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰	・ケーススタディとして課題を与え、習熟度を確認する。

図、傾斜区分図、差分図)を作成することができる。	
(4) DTM/DSM から任意の地形変化量(堆砂変化量等)に関する解析を行うことができる。	・ケーススタディとして課題を与え、習熟度を確認する。
(5) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、およびDEM利用による洪水対策の取り組みを理解する。	・講師による「東部タライ平原における河川と洪水の現状説明」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組みに関する説明」に基づきパンフレットを作成し、自らセミナーで説明できる。
(6) 洪水対策の関連組織から地形・地理変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。	・「洪水対策において、関連組織からの地形変化に関してフィードバックされるべき情報」が整理され、これに関してパンフレットを作成し、セミナーで説明できる。

5. 活動(投入計画)と成果品

成果を達成するために以下の活動を行う。

成果1: 数値標高モデル維持管理(数値標高モデル維持管理能力の定着)

成果対象者	活動	成果品	実施リソース(所要 M/M)
前期 第1回現地指導(座学、計画書・手順書作成指導及び実機演習)			
成果1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新 対象者・人数			
(1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。 測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・ドローン写真測量全般の講習(原理、ワークフローなど) ・ドローン測量計画(撮影計画、標定点配置)、現地作業(操縦、安全対策)、取得データ解析方法の講習及び実習 ・新旧数値標高モデルの管理方法講習及び実習	実習エリアの測量結果 1)調整計算結果 2)点群データ 3)オルソフォト	0.53 M/M (16日) 移動[羽田→カトマンズ]含む
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継	・各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の手順書を受講生が完成させる。 - ドローン運用手順書(操縦、メンテナンス、安全対策等)	1)ドローン運用手順書(操縦、メンテナンス、安全対策等) 2)ドローン写真測量による数値標高モデル	0.13 M/M (4日)

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
<p>続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ドローン写真測量による数値標高モデル作成手順書 - ドローン写真測量による数値標高モデル更新手順書(既存数値標高モデルのドローン写真測量による局地的更新) - 数値標高モデル維持管理手順書 	<p>作成手順書</p> <p>3)ドローン写真測量による数値標高モデル更新手順書</p> <p>4)数値標高モデル維持管理手順書</p>	
成果 1-2 点群データ処理			
対象者・人数			
<p>(1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。</p> <p>測量局地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員(6名)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・座学による測量手法別(ドローン写真測量、航空レーザ測量、地上レーザ測量等)の点群データ取得原理及びワークフローの講習 ・自動処理及びマニュアル処理によるグラウンドデータ抽出(フィルタリング)実習 ・グリッドデータ作成講習及び実習 ・等高線データ作成講習及び実習 	<p>実習エリアの各種データ</p> <p>1)グラウンドデータ</p> <p>2)グリッドデータ</p> <p>3)等高線データ</p>	<p>0.30 M/M (9日)</p>
<p>(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の手順書を受講生が完成させる。 <ul style="list-style-type: none"> - グラウンドデータ抽出手順書 - グリッドデータ作成手順書 - 等高線データ作成手順書 	<p>1)グラウンドデータ抽出手順書</p> <p>2)グリッドデータ作成手順書</p> <p>3)等高線データ作成手順書</p>	<p>0.17 M/M (5日)</p> <p>移動[カトマンズ→羽田]含む</p>
後期 第2回現地指導(前期成果の確認、評価及び見直し)			
成果 1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新			
対象者・人数			
<p>(1) 測量局職員により調達機材が適切に運用・維持管理できる状況になる。</p>	<p>課題エリアを設け、測量局職員独自で計画・撮影・解析・成果作成を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各種作業の実施状況、課題の確認 	<p>課題エリアの測量結果</p> <p>1)調整計算結果</p> <p>2)点群データ</p> <p>3)オルソフォト</p>	<p>0.50 M/M (15日)</p> <p>移動[羽田→カトマンズ]含む</p>

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・故障発生及び修理対応状況と課題の確認		
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、目的に応じた作業計画を策定し、調達機材を使用して継続的に数値標高モデル更新が行われる状況になる。 測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・課題の手順書等への反映指導 ・故障発生及び修理対応の手順書等への反映指導	各種手順書改訂版	0.06 M/M (2日)
成果 1-2 点群データ処理 対象者・人数	第1回現地指導実施後(概ね1ヶ月後)、前期成果定着後の測定及び改善が必要な場合の対策を行う。		
(1) 航空レーザデータのオリジナルデータからグラウンドデータを抽出する処理ができる状況になる。 測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	課題エリアを設け、測量局職員独自でデータ処理・成果作成を行う。 ・各種作業の実施状況、課題の確認	課題エリアの測量結果 1) グラウンドデータ 2) グリッドデータ 3) 等高線データ	0.17 M/M (5日)
(2) 測量局職員により各種手順書等が整備され、調達機材を使用して継続的に点群データ処理が行われる状況になる。 測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・課題の手順書等への反映指導	各種手順書改訂版	0.13 M/M (4日) 移動[カトマンズ→羽田]含む

成果 2：数値標高モデル利活用促進（数値標高モデル利用体制の強化）

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
<p>前期 第 1 回現地指導（セミナー準備、座学、手順書作成指導） 対象者・人数</p>			
<p>(1) 詳細数値標高モデルの仕様や利用可能性が多く、多くの機関・人々に認知される。</p> <p>測量局(3名)：基盤地理情報部でデータ販売を担当する職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・詳細数値標高モデルの仕様や利用例を紹介するセミナーの開催準備を行う。 ・詳細数値標高モデルに関するパンフレット(案)を作成する。 	<p>パンフレット(案)</p>	<p>0.20 M/M (6日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>
<p>(2) DTM/DSM から各種主題図（縦横断図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰図、傾斜区分図、差分図）を作成することができる。</p> <p>測量局(6名)：地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・各種主題図作成講習及び実習 ・各種講習及び実習に基づき、講師の指導下において以下の主題図作成手順書を受講生が完成させる <ul style="list-style-type: none"> - 縦横断図 - 陰影図 - 等高線図 - 標高段彩図 - 鳥瞰図 - 傾斜区分図 - 差分図 	<p>以下に関する主題図作成手順書</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)縦横断図 2)陰影図 3)等高線図 4)標高段彩図 5)鳥瞰図 6)傾斜区分図 7)差分図 	<p>0.10 M/M (3日)</p>
<p>(3) DTM/DSM から任意の地形変化量（堆砂変化量等）に関する解析を行うことができる。</p> <p>測量局(6名)：地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・堆砂変化量に関する解析講習及び実習 ・講習及び実習に基づき、講師の指導下において堆砂変化量に関する解析手順書を受講生が完成させる 	<p>堆砂変化量に関する解析手順書</p>	<p>0.07 M/M (4日) 移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>
<p>(4) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、および DEM 利用による洪水対策の取り組みを理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・東部タライ地域タライ地域における河川の河床上昇問題、河岸浸食、および道路盛り土に起因する洪水災害の現状に関する講習を実施する。 ・詳細数値標高モデルにより精緻な氾濫解析が可能となり、正確なハ 	<ul style="list-style-type: none"> ・「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組み」に関する説明書 ・同パンフレット案 	<p>0.17 M/M (5日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	<p>ザードマップが作成され、これをもとにより適切な洪水対策の実施が可能となることを解説する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 講師の指導下で洪水対策への数値標高モデルの利用に関して説明したパンフレット案を作成する。 		
<p>(5) 洪水対策の関連組織から地形・地理変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認知される。</p> <p>測量局(6名): 地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員</p>	<ul style="list-style-type: none"> 適切な治水事業・河川管理を行うためには、河川地域での地形・土地利用変化があった場合、その場所の数値標高モデル情報を更新する必要がある。このため河川管理あるいはインフラ建設の担当行政機関などからの測量局への当該地形・地理変化に関するフィードバックを得ることが重要となり、このことが洪水対策関連組織に認知されることが必要であることを説明する。 セミナーで説明するために講師の指導下でパンフレット案を作成する。(セミナーは洪水対策担当組織を対象とする。) 	<ul style="list-style-type: none"> 防災に必要とされる地形変化に関する洪水対策関連組織からフィードバックされる情報の整理 同パンフレット案 	<p>0.23M/M (7日) 移動 [カトマンズ→羽田] 含む</p>
<p>後期 第2回現地指導（技術移転成果の確認、評価及び見直し） 対象者・人数</p>			
<p>(1) 詳細数値標高モデルの仕様や利用可能性が多く機関・人々に認知される。</p> <p>測量局・道路局・森林研究訓練センター・水文気象局・水資源灌漑局・鉱山地質局・国際総合山岳開発センター(ICIMOD)・ドナー等 (60名)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 利用想定機関の関係者60人程度を招待し、詳細数値標高モデルの仕様や利用例を紹介するセミナーを開催する。 セミナーの効果をアンケート、メディア報道から把握する。 パンフレットを作成する 	<ol style="list-style-type: none"> 関係機関へ認知度に関するアンケート調査結果 新聞及びTVにおける報道内容、頻度の調査結果 詳細数値標高モデルに関するパンフレット 	<p>0.27 M/M (9日) 移動 [羽田→カトマンズ] 含む</p>
<p>(2) 提供担当者が、詳細数値標高モデルの仕様や利用例を説明でき</p>	<ul style="list-style-type: none"> 測量局の詳細数値標高モデル提供担当者に対し、詳細数値標高モデルの仕様や利用例について、指導 	<p>対利用者詳細数値標高モデル説明マニュアル</p>	<p>0.10 M/M (3日)</p>

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
る。 測量局(5名):基盤地理情報部でデータ販売を担当する職員	する。 ・その結果を対利用者マニュアルとしてまとめさせる。		
(3) DTM/DSM から各種主題図(縦横断面図、陰影図、等高線図、標高段彩図、鳥瞰図、傾斜区分図、差分図)を作成することができる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・課題の手順書等への反映指導	各種手順書改訂版	0.10 M/M (3日)
(4) DTM/DSM から任意の地形変化量(堆砂変化量等)に関する解析を行うことができる。 測量局(6名):地形調査・土地利用管理部及び基盤地理情報部職員	・課題の手順書等への反映指導	手順書改訂版	0.17 M/M (5日) 移動[カトマンズ→羽田] 含む
(5) 洪水リスクに関連する現状と地形的課題、およびDEM利用による洪水対策の取り組みを理解する。 (1)と同様の参加者 60名	講師の指導下で洪水対策への数値標高モデルの利用に関して説明したパンフレットを作成してその内容をセミナーにおいて説明する。	・「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「DEM利用による洪水対策の取り組み」に関するパンフレット	0.13M/M (4日) 移動[羽田→カトマンズ] 含む
(6) 洪水対策の関連組織から地形・地理変化に関する情報の測量局へのフィードバックが重要であることがこれらの機関に認	数値標高モデル更新と維持管理に関し、防災関連組織からフィードバックされる地形・地理変化情報についてパンフレットを作成して、その内容をセミナーにおいて説明する。	・「数値標高モデル更新における防災関連組織からのフィードバックされる地形情報」に関するパンフレット	0.17 M/M (5日) 移動[カトマンズ→羽田] 含む

成果 対象者	活動	成果品	実施リソース (所要 M/M)
知される。 (1)と同様の参加者 60名			

6. 実施リソースの調達

6-1 成果1 数値標高モデル維持管理（数値標高モデル維持管理能力の定着）

各活動についての実施リソースの調達は下表のとおりである。

表 成果1 実施リソースの調達一覧表

活動	実施リソースの調達
ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	<ul style="list-style-type: none"> 日本人コンサルタントが講師となり、測量局職員による数値標高モデル作成のための機材操作・運用・手順書作成を指導 数値標高モデル引渡し1カ月前に0.67M/M、前期終了約1カ月後に0.57M/M
点群データ処理	<ul style="list-style-type: none"> 日本人コンサルタントが講師となり、測量局職員によるレーザ点群データ処理のための機材操作・運用・手順書作成を指導 数値標高モデル引渡し1カ月前に0.47M/M、前期終了約1カ月後に0.30M/M

本プロジェクトにより調達される機材の中で、ドローンは測量に特化したものではないものの、測量目的で使うため、測量の中でも特に写真測量の知識を有していることが求められる。また、ドローンを活用した数値標高モデルの維持管理を行うためには、本プロジェクトで実施される航空レーザ測量による数値標高モデルとの作成手法の違いや、それぞれの特性を十分理解した上でドローンを運用する必要がある。

以上から、数値地形モデルの維持管理に係るソフトコンポーネントのための実施リソースは、航空測量の実務経験が豊富でドローンを始めとした最新の測量・計測技術にも精通していると共に、ネパールにおける活用方法を理解している受注コンサルタントによる直接支援型が適切であると判断する。

6-2 成果2 数値標高モデル利活用促進（数値標高モデル利用体制の強化）

各活動についての実施リソースの調達は次表のとおりである。

表 成果2 実施リソースの調達一覧表

活動	実施リソースの調達
セミナーの開催	・日本人コンサルタントが測量局職員と協力して実施する。
パンフレットの作成	・数値標高モデル引渡し3カ月前に0.20M/M、数値標高モデル引渡し3カ月後に0.30M/M
測量局提供担当者への指導	・日本人コンサルタントが実施する。 ・プロジェクト終了時に0.10M/M
DTM/DSMからの各種主題図の作成	・日本人コンサルタントが指導する。 ・数値標高モデル引渡し3カ月前に0.10M/M、数値標高モデル引渡し3カ月後に0.10M/M
DTM/DSMの解析	・日本人コンサルタントが指導する。 ・数値標高モデル引渡し3カ月前に0.13M/M、数値標高モデル引渡し3カ月後に0.17M/M
洪水リスクの地形的課題とDEMの洪水対策への利用について理解	・日本人コンサルタントが測量局職員と協力して実施する。 ・数値標高モデル引渡し3カ月前に0.17M/M、数値標高モデル引渡し3カ月後に0.13M/M
洪水対策に必要とされる地形変化情報に関する関連組織からのフィードバックの重要性の認知	・日本人コンサルタントが測量局職員と協力して実施する。 ・数値標高モデル引渡し3カ月前に0.23M/M、数値標高モデル引渡し3カ月後に0.17M/M

ネパール政府機関は、相互の情報交換が必ずしも活発でないので、日本人コンサルタントの媒介により測量局と水文・気象局や水資源灌漑局などの詳細数値地形モデル利用想定機関を一堂に会するセミナーを開催し、利用促進を図る必要がある。また、これまでも測量局はデジタル地理空間情報を提供しているが、より利用者の立場にたったデータ提供により詳細数値地形図の利用促進を図る必要がある。このような観点は測量局には不足しがちであるので、日本人コンサルタントによる支援が不可欠である。

また、DTM/DSMを用いた基礎的かつ一般的な利用・解析方法について、経験豊富な日本人コンサルタントが測量局職員に指導する必要がある。

7. 実施工程

7-1 成果1 数値標高モデル維持管理（数値標高モデル維持管理能力の定着）

数値標高モデル維持管理の活動は前期と後期に分けて行う。前期は数値標高モデルの引き渡し1か月前に、測量を目的としたドローンの応用的運用（撮影計画、現地作業、データ解析）、及び航空レーザデータの処理、各種データの作成について、指導及び実習を行う。航空レーザデータの処理については、本プロジェクトのデータを用いて行う。以上には洪水対策の視点からの更新・維持管理に必要な知識の習得を含む。

前期から約1か月後に後期を実施し、前期で与えた課題の実施状況の確認及び検証、並びに運

用時の課題抽出とそれに伴う手順書の更新を行い、測量局の実態に則し、かつ持続性の高い運用技術の移転を行う。

7-2 成果2 数値標高モデル利活用促進（数値標高モデル利用体制の強化）

数値標高モデル利活用促進の活動は前期と後期に分けて行う。前期は引き渡し約3か月前にセミナー開催準備、詳細数値標高モデルのパンフレット準備を行う。詳細数値標高モデルを利用した主題図作成や解析については、成果品引渡し前であるが、手法としては同一なので、仮データもしくは他地域のデータを用いて行う。また東部タイ地域での洪水リスクの現状と洪水対策に関する数値標高モデルの利活用、および更新・維持管理のために必要となる地形変化について理解する。

前期から約3か月後に、セミナーを開催し、パンフレットを完成させる。また、測量局詳細数値標高モデル提供担当者に対し、利用者への詳細数値標高モデルの説明を円滑に行うための指導を行う。さらに、詳細数値標高モデルを用いた主題図作成及び解析については、成果品を用いた作成実習を通じて手順書を更新する。セミナーでは、DEMの洪水対策への利用、およびDEM更新に際しては洪水対策を担当する機関からの河川地域での地形変化情報のフィードバックが重要となることについてプレゼンを行う。

表 ソフトコンポーネント実施工程表

年		2021												2022								
月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
据付工事	初期操作指導及び運用指導 (調達業者実施)												引き渡し									
	数値標高モデル維持管理 成果1											1.13MM		0.87MM								
ソフトコンポーネント	数値標高モデル利活用促進 成果2									0.43MM				0.67MM								
										0.40MM				0.30MM								

8. ソフトコンポーネントの成果品

本ソフトコンポーネントの成果品一覧を以下に示す

表 ソフトコンポーネント成果品一覧

成果	成果品
成果 1 数値標高モデル 維持管理 1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	1) 実習エリアの測量結果 ①調整計算結果、②点群データ、③オルソフォト 2) ドローン運用手順書（操縦、メンテナンス、安全対策等） 3) ドローン写真測量による数値標高モデル作成手順書 4) ドローン写真測量による数値標高モデル更新手順書 5) 数値標高モデル維持管理手順書 6) 洪水対策のための数値標高モデル更新・維持管理手順書 7) 課題エリアの測量結果 ①調整計算結果、②点群データ、③オルソフォト
成果 1 数値標高モデル 維持管理 1-2 点群データ処理	1) 実習エリアの各種データ ①グラウンドデータ、②グリッドデータ、③等高線データ 2) グラウンドデータ抽出手順書 3) グリッドデータ作成手順書 4) 等高線データ作成手順書 5) 実習エリアの各種データ ①グラウンドデータ、②グリッドデータ、③等高線データ
成果 2 数値標高モデル 利活用促進	1) 詳細数値標高モデルに関するパンフレット(案) 2) 数値標高モデルを使用した主題図作成手順書 3) 堆砂変化量に関する解析手順書 4) 「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組み」に関する説明書 5) 防災に必要とされる地形変化に関する関連組織からの情報のフィードバックのための手順書 6) セミナーの効果に関する調査結果 ①関係機関へ認知度に関するアンケート調査結果、②報道内容、頻度の調査結果、③詳細数値標高モデルに関するパンフレット 7) 対利用者詳細数値標高モデル説明マニュアル 8) 「東部タライ地域における河川と洪水の現状」及び「数値標高モデル利用による洪水対策の取り組み」に関するパンフレット 9) 数値標高モデル更新における防災関連組織からのフィードバックされる地形情報に関するパンフレット

9. 概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表

10. 相手国側の責務

- (1) ソフトコンポーネント実施に関する協力
 - ・ 本ソフトコンポーネントの実施に関する責任者の選任及び受講者の選定。
 - ・ 本ソフトコンポーネントの実施場所の提供。
 - ・ 座学用プロジェクター、スクリーンなどの提供
 - ・ 測量局が今回の無償資金協力で供与された数値標高モデル情報と周辺機器の活用
 - ・ 日本人コンサルタントへの協力

- (2) 管理体制の確立
 - ・ 本ソフトコンポーネントを受講した職員を中心に詳細数値標高モデル利活用促進が継続的に実施され、習得内容が長期的に継承される。

- (3) 定期点検などの実施

成果品として作成された計画書、手順書等を活用し、継続的に日常点検、定期点検及び不具合への対応を実施する。それら作業の実施を通じ、運用・維持管理技術の向上を図る。手順書等は適時見直しを行い、必要に応じ改版を作成する。すなわち、PDCA サイクルによる運用・維持管理を行うことにより、適切な計画書、手順書類が継続的に整備される。

- (4) 予算の確保

上記活動に係る予算を継続的に確保する。

活動日程表

成果	成果	1. 数値標高モデル維持管理	1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	1-2 点群データ処理	2. 数値標高モデル活用促進	洪水対策関連	リンク				
コース	コース	0	0	0	13	12	(台)				
スケジュール	日数										
2021/9/15	水	前 期						1			
2021/9/16	木						第1日	移動 [羽田→バンゴク→カトマズ]			
2021/9/17	金						第2日	セミナー開催準備			
2021/9/18	土						第3日	パンフレット(案)作成			
2021/9/19	日						第4日	各種主題図作成講習及び実習の準備			
2021/9/20	月						第5日	セミナー開催準備			
2021/9/21	火						第6日	パンフレット(案)作成			
2021/9/22	水						第7日	各種主題図作成講習及び実習			
2021/9/23	木						第8日	各種主題図作成講習及び実習			
2021/9/24	金						第9日	堆砂変化量に関する解析講習及び実習の準備			
2021/9/25	土						第10日	堆砂変化量に関する解析講習及び実習			
2021/9/26	日						第11日	セミナー開催準備			移動 [羽田→バンゴク→カトマズ]
2021/9/27	月						第12日	移動 [カトマズ→バンゴク→]			スケジュール確認 講習準備
2021/9/28	火						第13日	移動 [→羽田]			セミナー開催内容確認
2021/9/29	水						第14日				東部タイ地区での河川と洪水の現状説明
2021/9/30	木						第15日				DEM利用による洪水対策の説明
2021/10/1	金						第16日				洪水対策に関して必要となる地形変化のファイ ドバック情報とその重要性の説明
2021/10/2	土						第17日				パンフレット案準備
2021/10/3	日						第18日				パンフレット案作成
2021/10/4	月						第19日				セミナー開催準備
2021/10/5	火						第20日				移動 [カトマズ→バンゴク→]
2021/10/6	水						第21日				移動 [→羽田]
		第22日					1				
							20				

成果	成果	1. 数値標高モデル維持管理	2. 数値標高モデル活用促進	備考
コース	コース	1-1. ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	1-2. 点群データ処理	
スケジュール	日数	20	14	
2021/11/1 月	第1日	移動 [羽田→バンコク→カトマンズ]		
2021/11/2 火	第2日	利用エンジニア、スケジュール協議等		
2021/11/3 水	第3日	ドローン写真測量全般講習		
2021/11/4 木	第4日	ドローン測量計画、現地作業講習		
2021/11/5 金	第5日	同上		
2021/11/6 土	第6日	ドローン測量実習準備		
2021/11/7 日	第7日	ドローン安全・メンテナンス講習、操縦実習		
2021/11/8 月	第8日	ドローン操縦実習		
2021/11/9 火	第9日	同上		
2021/11/10 水	第10日	同上		
2021/11/11 木	第11日	取得データ解析講習及び実習 (調整計算)		
2021/11/12 金	第12日	取得データ解析講習及び実習 (調整計算)		
2021/11/13 土	第13日	各種手順書作成講習準備		
2021/11/14 日	第14日	取得データ解析講習及び実習 (調整計算)		
2021/11/15 月	第15日	取得データ解析講習及び実習 (点群データオ ルソフト)		
2021/11/16 火	第16日	新旧数値標高モデル管理方法講習		
2021/11/17 水	第17日	新旧数値標高モデル管理方法実習		
2021/11/18 木	第18日	各種手順書作成		
2021/11/19 金	第19日	同上		
2021/11/20 土	第20日	測量手法別点群データ取得講習準備		
2021/11/21 日	第21日	各種手順書作成		
2021/11/22 月	第22日(第1日)	点群データ取得原理、ワークフロー講習		
2021/11/23 火	第23日(第2日)	レーザ点群データ処理講習		
2021/11/24 水	第24日(第3日)	クラウドデータ作成講習および実習		
2021/11/25 木	第25日(第4日)	クラウドデータ作成実習		
2021/11/26 金	第26日(第5日)	同上		
2021/11/27 土	第27日(第6日)	各種手順書作成講習準備		
2021/11/28 日	第28日(第7日)	クラウドデータ作成講習および実習		
2021/11/29 月	第29日(第8日)	クラウドデータ作成実習		
2021/11/30 火	第30日(第9日)	等高線データ作成講習および実習		
2021/12/1 水	第31日(第10日)	各種手順書作成		
2021/12/2 木	第32日(第11日)	同上		
2021/12/3 金	第33日(第12日)	移動 [カトマンズ→バンコク]		
2021/12/4 土	第34日(第13日)	移動 [→羽田]		
				31

成果	成果	1. 数値標高モデル維持管理	2. 数値標高モデル活用促進	リンク
コース	コース	1-1 ドローン写真測量による数値標高モデルの作成・更新	1-2 点群データ処理	(台)
スケジュール	コース	17	20	9
2022/1/5 水	第1日	移動 [羽田→ハンコク→カトマズ]		
2022/1/6 木	第2日	オリエンテーション、スケジュール協議等		1
2022/1/7 金	第3日	前期課題の実施状況、課題の確認		1
2022/1/8 土	第4日	資料整理		1
2022/1/9 日	第5日	課題エリアでのドローン測量計画・指導		1
2022/1/10 月	第6日	課題エリアでのドローン測量、現地作業		1
2022/1/11 火	第7日	同上		1
2022/1/12 水	第8日	同上		1
2022/1/13 木	第9日	課題エリアの調整計算結果確認・指導		1
2022/1/14 金	第10日	同上		1
2022/1/15 土	第11日	資料整理		1
2022/1/16 日	第12日	課題エリアの点群データ作成指導		1
2022/1/17 月	第13日	同上		1
2022/1/18 火	第14日	第1日 課題エリアのオルソフォト作成指導	移動 [羽田→ハンコク→カトマズ]	1
2022/1/19 水	第15日	第2日 故障・修理対応、課題対応確認	セミナー招待状発送	1
2022/1/20 木	第16日	第3日 各種手順書改訂指導	新聞・TVに対するセミナーに関するプリーイング	1
2022/1/21 金	第17日	第4日 同上	パンフレット作成	1
2022/1/22 土	第18日(第1日)	第5日 資料整理	各種主題図作成手順書改訂指導準備	1
2022/1/23 日	第19日(第2日)	第6日 課題エリアのクラウドデータ抽出確認・指導	各種主題図作成手順書改訂指導	1
2022/1/24 月	第20日(第3日)	第7日 同上	各種主題図作成手順書改訂	1
2022/1/25 火	第21日(第4日)	第8日 課題エリアのクラウドデータ確認・指導	詳細数値標高モデル仕様・利用例指導の準備	1
2022/1/26 水	第22日(第5日)	第9日 課題エリアの等高線データ確認・指導	詳細数値標高モデル仕様・利用例指導	1
2022/1/27 木	第23日(第6日)	第10日 各種手順書改訂	対利用者詳細数値標高モデル説明マニュアル作成指導	1
2022/1/28 金	第24日(第7日)	第11日 同上	セミナー開催準備	1
2022/1/29 土	第25日(第8日)	第12日 移動 [カトマズ→ハンコク→]	堆砂変化量に関する解析手順書改訂指導準備	1
2022/1/30 日	第26日(第9日)	第13日 移動 [→羽田]	各種パンフレット内容確認、地形変化フィードバック情報整理	1
2022/2/1 月		第14日	セミナー開催準備	1
2022/2/1 火		第15日	セミナー開催	1
2022/2/2 水		第16日	パンフレット作成	1
2022/2/3 木		第17日	セミナー開催結果分析	1
2022/2/4 金		第18日	堆砂変化量に関する解析手順書改訂	1
2022/2/5 土		第19日	移動 [カトマズ→ハンコク→]	1
2022/2/6 日		第20日	移動 [→羽田]	1
リンクカー合計				29
リンクカー合計				80

資料 6 参考資料

資料 6-1 国土法 (Land (Survey and Measurement) Act, 2019 (1963))

※ 「11E Power to give permission to make survey and mapping」 参照

資料 6-2 平成 20 年 3 月 31 日 国土交通省告示第 413 号 作業規程の準則

- (1) 基準点測量
- (2) 水準測量
- (3) 航空レーザ測量

11D.⁷³ Aerial survey, map publication etc. may be made by obtaining

approval: Notwithstanding anything contained in the other Sections of this Act, if any person, other than the prescribed authority, wishes to make an aerial survey, use the control stations set up by the Government of Nepal, publish maps prepared by the Government of Nepal or sell maps published abroad withinNepal⁷⁴ such a person may do so, subject to the observance of the prescribed terms and conditions.

Provided that, no map published in abroad shall be sold in Nepal if it contradicts with the map prepared by Government of Nepal.

11E.⁷⁵ Power to give permission to make survey and mapping: (1) The

Government of Nepal may give permission to any person or body to carry out acts of survey and mapping as prescribed, subject to the survey and measurement made pursuant to this Act.

(2) The matters relating to the fees leviable for the issuance of permission pursuant to Sub-section (1), the terms and conditions to be observed by the permission holder person or body and other relevant matters shall be as prescribed.

12. Penalties: (1) If, in making survey and measurement or setting up control point stations, any person obstructs, or causes someone to obstruct, the survey and measurement of land or setting up of such stations by disfiguring fences or signals, instigating people or manhandling or otherwise, the prescribed authority may punish such a person making such obstruction with a fine of up to Fifty Rupees for the first time, of Fifty to One Hundred Rupees for the second time and of One Hundred to Five

⁷³ Inserted by the Eighth Amendment.

⁷⁴ Amended by the Republic Strengthening and Some Nepal Laws Amendment Act, 2066.

⁷⁵ Inserted by the Eighth Amendment.

(1) 基準点測量

第2編 基準点測量

第1章 通 則

第1節 要 旨

(要 旨)

第18条 本編は基準点測量の作業方法等を定めるものとする。

2 「基準点測量」とは、既知点に基づき、基準点の位置又は標高を定める作業をいう。

3 「基準点」とは、測量の基準とするために設置された測量標であって、位置に関する数値的な成果を有するものをいう。

4 「既知点」とは、既設の基準点（以下「既設点」という。）であって、基準点測量の実施に際してその成果が与件として用いられるものをいう。

5 「改測点」とは、基準点測量により改測される既設点であって、既知点以外のものをいう。

6 「新点」とは、基準点測量により新設される基準点（以下「新設点」という。）及び改測点をいう。

(基準点測量の区分)

第19条 基準点測量は、水準測量を除く狭義の基準点測量（以下「基準点測量」という。）と水準測量とに区分するものとする。

2 基準点は、基準点測量によって設置される狭義の基準点（以下「基準点」という。）と水準測量によって設置される水準点とに区分するものとする。

第2節 製品仕様書の記載事項

(製品仕様書)

第20条 製品仕様書は当該基準点測量又は水準測量の概覧、適用範囲、データ製品識別、データ内容及び構造、参照系、データ品質、データ製品配布、メタデータ等について体系的に記載するものとする。

第2章 基準点測量

第1節 要 旨

(要 旨)

第21条 「基準点測量」とは、既知点に基づき、新点である基準点の位置を定める作業をいう。

2 基準点測量は、既知点の種類、既知点間の距離及び新点間の距離に応じて、1級基準点測量、2級基準点測量、3級基準点測量及び4級基準点測量に区分するものとする。

3 1級基準点測量により設置される基準点を1級基準点、2級基準点測量により設置される基準点を2級基準点、3級基準点測量により設置される基準点を3級基準点及び4級基準点測量により設置される基準点を4級基準点という。

4 G N S Sとは、人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称をいい、GPS、準天頂衛星システム、GLONASS、Galileo等の衛星測位システムがある。GNSS測量においては、GPS、準天頂衛星システム及びGLONASSを適用する。なお、準天頂衛星は、GPS衛星と同等の衛星として扱うことができるものとし、これらの衛星をGPS・準天頂衛星と表記する。

(既知点の種類等)

第22条 前条第2項に規定する基準点測量の各区分における既知点の種類、既知点間の距離及び新点間の距離は、次表を標準とする。

区 分 項 目	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量	4級基準点測量
既 知 点 の 種 類	電子基準点 一～四等三角点 1級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～2級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～2級基準点	電子基準点 一～四等三角点 1～3級基準点
既知点間距離 (m)	4,000	2,000	1,500	500
新点間距離 (m)	1,000	500	200	50

2 基本測量又は前項の区分によらない公共測量により設置した既設点を既知点として用いる場合は、当該既設点を設置した測量が前項のどの区分に相当するかを特定の上、前項の規定に従い使用することができる。

3 1級基準点測量及び2級基準点測量においては、既知点を電子基準点（付属標を除く。以下同じ。）のみとすることができる。この場合、既知点間の距離の制限は適用しない。ただし、既知点とする電子基準点は、作業地域近傍のものを使用するものとする。

4 3級基準点測量及び4級基準点測量における既知点は、厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算又は三次元網平均計算により設置された同級の基準点を既知点とすることができる。ただし、この場合においては、使用する既知点数の2分の1以下とする。

(基準点測量の方式)

第23条 基準点測量は、次の方式を標準とする。

一 1級基準点測量及び2級基準点測量は、原則として、結合多角方式により行うものとする。

二 3級基準点測量及び4級基準点測量は、結合多角方式又は単路線方式により行うものとする。

2 結合多角方式の作業方法は、次表を標準とする。

区 分 項 目		1 級基準点測量	2 級基準点測量	3 級基準点測量	4 級基準点測量
		結合 多角 方式	1 個の多角網における既知点数	2 + $\frac{\text{新点数}}{5}$ 以上 (端数切上げ)	
	電子基準点のみを既知点とする場合は 2 点以上とする。		——	——	
単位多角形の辺数	10 辺以下		12 辺以下	——	——
路 線 の 辺 数	5 辺以下		6 辺以下	7 辺以下	10 辺以下 (15 辺以下)
	伐採樹木及び地形の状況等によっては、計画機関の承認を得て辺数を増やすことができる。				
節 点 間 の 距 離	250m 以上		150m 以上	70m 以上	20m 以上
路 線 長	3 km 以下		2 km 以下	1 km 以下	500m 以下 (700m 以下)
	GNSS 測量機を使用する場合は 5 km 以下とする。ただし、電子基準点のみを既知点とする場合はこの限りでない。				
偏 心 距 離 の 制 限	$S/e \geq 6$ S : 測点間距離 e : 偏心距離 電子基準点のみを既知点とする場合は、S を新点間の距離とし、新点を 1 点設置する場合の偏心距離は、この式によらず 100m 以内を標準とする。				
路 線 図 形	多角網の外周路線に属する新点は、外周路線に属する隣接既知点を結ぶ直線から外側 40° 以下の地域内に選点するものとし、路線の中の夾角は、60° 以上とする。ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、この限りでない。		同 左 50° 以下	同 左 60° 以上	
平 均 次 数	——	——	簡易水平網平均計算を行う場合は平均次数を 2 次までとする。		
備 考	1. 「路線」とは、既知点から他の既知点まで、既知点から交点まで又は交点から他の交点までをいう。 2. 「単位多角形」とは、路線によって多角形が形成され、その内部に路線をもたない多角形をいう。 3. 3～4 級基準点測量において、条件式による簡易水平網平均計算を行う場合は、方向角の取付を行うものとする。 4. 4 級基準点測量のうち、電子基準点のみを既知点として設置した一～四等三角点、1 級基準点、2 級基準点や電子基準点を既知点とし、かつ、第 35 条第 2 項による機器を使用する場合は、路線の辺数及び路線長について () 内を標準とすることができる。				

3 単路線方式の作業方法は、次表を標準とする。

区 分		1 級基準点測量	2 級基準点測量	3 級基準点測量	4 級基準点測量
単 路 線 方 式	方向角の取付	既知点の1点以上において方向角の取付を行う。ただし、GNSS測量機を使用する場合は、方向角の取付は省略する。			
	路線の辺数	7 辺以下	8 辺以下	10 辺以下	15 辺以下 (20 辺以下)
	新点の数	2 点以下	3 点以下	——	——
	路線長	5 km 以下	3 km 以下	1.5km 以下	700m以下 (1km 以下)
		電子基準点のみを既知点とする場合はこの限りでない。			
	路線図形	新点は、両既知点を結ぶ直線から両側 40° 以下の地域内に選点するものとし、路線中の夾角は、60° 以上とする。ただし、地形の状況によりやむを得ないときは、この限りでない。		同 左 50° 以下	同 左 60° 以上
準用規定	節点間の距離、偏心距離の制限、平均次数、路線の辺数の制限緩和及びGNSS測量機を使用する場合の路線長の制限緩和は、結合多角方式の各々の項目の規定を準用する。				
備 考	<p>1. 1 級基準点測量、2 級基準点測量は、やむを得ない場合に限り単路線方式により行うことができる。</p> <p>2. 4 級基準点測量のうち、電子基準点のみを既知点として設置した一～四等三角点、1 級基準点、2 級基準点や電子基準点を既知点とし、かつ、第35条第2項による機器を使用する場合は、路線の辺数及び路線長について（ ）内を標準とすることができる。</p>				

(工程別作業区分及び順序)

第24条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

- 一 作業計画
- 二 選点
- 三 測量標の設置
- 四 観測
- 五 計算
- 六 品質評価
- 七 成果等の整理

第2節 作業計画

(要 旨)

第25条 作業計画は、第11条の規定によるほか、地形図上で新点の概略位置を決定し、平均計画図を作成するものとする。

第3節 選点

(要旨)

第26条 本章において「選点」とは、平均計画図に基づき、現地において既知点（電子基準点を除く。）の現況を調査するとともに、新点の位置を選定し、選点図及び平均図を作成する作業をいう。

(既知点の現況調査)

第27条 既知点の現況調査は、異常の有無等を確認し、基準点現況調査報告書を作成するものとする。

(新点の選定)

第28条 新点は、後続作業における利用等を考慮し、適切な位置に選定するものとする。

(建標承諾書等)

第29条 計画機関が所有権又は管理権を有する土地以外の土地に永久標識を設置しようとするときは、当該土地の所有者又は管理者から建標承諾書等により承諾を得なければならない。

(選点図及び平均図の作成)

第30条 新点の位置を選定したときは、その位置及び視通線等を地形図に記入し、選点図を作成するものとする。

2 平均図は、選点図に基づいて作成し、計画機関の承認を得るものとする。

第4節 測量標の設置

(要旨)

第31条 本章において「測量標の設置」とは、新設点の位置に永久標識等を設ける作業をいう。

(永久標識の設置)

第32条 新設点の位置には、原則として、永久標識を設置し、測量標設置位置通知書（法第39条で読み替える法第21条第1項に基づき通知する文書をいう。以下同じ。）を作成するものとする。

2 永久標識の規格及び設置方法は、付録5によるものとする。

3 設置した永久標識については、写真等により記録するものとする。

4 永久標識には、必要に応じ固有番号等を記録したICタグを取り付けることができる。

5 3級基準点及び4級基準点には、標杭を用いることができる。

(点の記の作成)

第33条 設置した永久標識については、点の記を作成するものとする。

2 電子基準点のみを既知点として設置した永久標識は、点の記の備考欄に「電子基準点のみを既知点とした基準点」と記入するものとする。

第5節 観測

(要旨)

第34条 本章において「観測」とは、平均図等に基づき、トータルステーション（データコレクタを含む。以下「TS」という。）、セオドライト、測距儀等（以下「TS等」という。）を用いて、関係点間の水平角、鉛直角、距離等を観測する作業（以下「TS等観測」という。）及びGNSS測量機を用いて、GNSS衛星からの電波を受信し、位相データ等を記録する作業（以下「GNSS観測」という。）をいう。

2 観測は、TS等及びGNSS測量機を併用することができる。

3 観測に当たっては、必要に応じ、測標水準測量を行うものとする。

(機器)

第35条 観測に使用する機器は、次表に掲げるもの又はこれらと同等以上のものを標準とする。

機 器	性 能	摘 要
1級トータルステーション	別表1による	1～4級基準点測量
2級トータルステーション		2～4級基準点測量
3級トータルステーション		4級基準点測量
1級GNSS測量機		1～4級基準点測量
2級GNSS測量機		1～4級基準点測量
1級セオドライト		1～4級基準点測量
2級セオドライト		2～4級基準点測量
3級セオドライト		4級基準点測量
測 距 儀		1～4級基準点測量
3級レベル		測 標 水 準 測 量
2級標尺		測 標 水 準 測 量
鋼 卷 尺	J I S 1級	—

2 4級基準点測量において、第23条第2項の路線の辺数15辺以下、路線長700メートル以下又は同条第3項の路線の辺数20辺以下、路線長1キロメートル以下を適用する場合は、前項の規定によらず、次のいずれかの機器を使用して行うものとする。

- 一 2級以上の性能を有するトータルステーション
- 二 2級以上の性能を有するGNSS測量機
- 三 2級以上の性能を有するセオドライト及び測距儀

(機器の点検及び調整)

第36条 観測に使用する機器の点検は、観測着手前及び観測期間中に適宜行い、必要に応じて機器の調整を行うものとする。

(観測の実施)

第37条 観測に当たり、計画機関の承認を得た平均図に基づき、観測図を作成するものとする。

2 観測は、平均図等に基づき、次に定めるところにより行うものとする。

一 TS等観測の方法は、次表のとおりとする。ただし、水平角観測において、目盛変更が不可能な機器は、1対回の繰り返し観測を行うものとする。

区分 項目	1級基準点測量	2級基準点測量		3級基準点測量	4級基準点測量
		1級トータルステーション、 1級セオドライト	2級トータルステーション、 2級セオドライト		
水平角観測	読定単位	1''	1''	10''	20''
	対回数	2	2	3	2
	水平目盛位置	0°、90°	0°、90°	0°、60°、120°	0°、90°

鉛直角観測	読定単位	1"	1"	10"	10"	20"
	対回数	1	1	1	1	1
距離測定	読定単位	1mm	1mm	1mm	1mm	1mm
	セット数	2	2	2	2	2

イ 器械高、反射鏡高及び目標高は、ミリメートル位まで測定するものとする。

ロ TSを使用する場合は、水平角観測、鉛直角観測及び距離測定は、1視準で同時に行うことを原則とするものとする。

ハ 水平角観測は、1視準1読定、望遠鏡正及び反の観測を1対回とする。

ニ 鉛直角観測は、1視準1読定、望遠鏡正及び反の観測を1対回とする。

ホ 距離測定は、1視準2読定を1セットとする。

ヘ 距離測定に伴う気温及び気圧（本章において「気象」という。）の測定は、次のとおり行うものとする。

(1) TS又は測距儀を整置した測点（以下「観測点」という。）で行うものとする。ただし、3級基準点測量及び4級基準点測量においては、気圧の測定を行わず、標準大気圧を用いて気象補正を行うことができる。

(2) 気象の測定は、距離測定の開始直前又は終了直後に行うものとする。

(3) 観測点と反射鏡を整置した測点（以下「反射点」という。）の標高差が400メートル以上のときは、観測点及び反射点の気象を測定するものとする。ただし、反射点の気象は、計算により求めることができる。

ト 水平角観測において、対回内の観測方向数は、5方向以下とする。

チ 観測値の記録は、データコレクタを用いるものとする。ただし、データコレクタを用いない場合は、観測手簿に記載するものとする。

リ TSを使用した場合で、水平角観測の必要対回数に合せ、取得された鉛直角観測値及び距離測定値は、すべて採用し、その平均値を用いることができる。

二 GNSS観測は、次により行うものとする。

イ 観測距離が10キロメートル以上の観測は、1級GNSS測量機により2周波で行う。ただし、2級GNSS測量機を使用する場合には、観測距離を10キロメートル未満になるよう節点を設け行うことができる。

ロ 観測距離が10キロメートル未満の観測は、2級以上の性能を有するGNSS測量機により1周波で行う。ただし、1級GNSS測量機による場合は2周波で行うことができる。

ハ GNSS観測の方法は、次表を標準とする。

観測方法	観測時間	データ取得間隔	摘要
スタティック法	120分以上	30秒以下	1～2級基準点測量（10km以上）
	60分以上	30秒以下	1～2級基準点測量（10km未満） 3～4級基準点測量
短縮スタティック法	20分以上	15秒以下	3～4級基準点測量

キネマティック法	10秒以上※1	5秒以下	3～4級基準点測量
RTK法 ※3	10秒以上※2	1秒	3～4級基準点測量
ネットワーク型RTK法 ※3	10秒以上※2	1秒	3～4級基準点測量
備考	※1 10エポック以上のデータが取得できる時間とする。 ※2 FIX解を得てから10エポック以上のデータが取得できる時間とする。 ※3 後処理で解析を行う場合も含めるものとする。		

ニ 観測方法による使用衛星数は、次表を標準とする。

GNSS衛星の組合せ	観測方法	スタティック法	短縮スタティック法 キネマティック法 RTK法 ネットワーク型RTK法
	GPS・準天頂衛星	4衛星以上	5衛星以上
	GPS・準天頂衛星 及びGLONASS衛星	5衛星以上	6衛星以上
摘要	1. GLONASS衛星を用いて観測する場合は、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星を、それぞれ2衛星以上を用いること。 2. スタティック法による10km以上の観測では、GPS・準天頂衛星を用いて観測する場合は5衛星以上とし、GPS・準天頂衛星及びGLONASS衛星を用いて観測する場合は6衛星以上とする。		

ホ アンテナ高は、ミリメートル位まで測定するものとする。

ヘ 標高の取付観測において、距離が500メートル以下の場合は、楕円体高の差を高低差として使用できる。

ト GNSS衛星の作動状態、飛来情報等を考慮し、片寄った配置の使用は避けるものとする。

チ GNSS衛星の最低高度角は15度を標準とする。

リ スタティック法及び短縮スタティック法については、次のとおり行うものとする。

- (1) スタティック法は、複数の観測点にGNSS測量機を整置して、同時にGNSS衛星からの信号を受信し、それに基づく基線解析により、観測点間の基線ベクトルを求める観測方法である。
- (2) 短縮スタティック法は、複数の観測点にGNSS測量機を整置して、同時にGNSS衛星からの信号を受信し、観測時間を短縮するため、基線解析において衛星の組合せを多数作るなどの処理を行い、観測点間の基線ベクトルを求める観測方法である。
- (3) 観測図の作成は、同時に複数のGNSS測量機を用いて行う観測（以下「セッション」という。）計画を記入するものとする。
- (4) 電子基準点のみを既知点とする場合以外の観測は、既知点及び新点を結合する多角路線が閉じた多角形となるように形成させ、次のいずれかにより行うものとする。
 - (i) 異なるセッションの組み合わせによる点検のための多角形を形成し、観測を行う。
 - (ii) 異なるセッションによる点検のため、1辺以上の重複観測を行う。

- (5) 電子基準点のみを既知点とする場合の観測は、使用する全ての電子基準点で他の1つ以上の電子基準点と結合する路線を形成させ、行うものとする。電子基準点間の結合の点検路線に含まれないセッションについては(4)の(i)又は(ii)によるものとする。
- (6) スタティック法及び短縮スタティック法におけるアンテナ高の測定は、GNSSアンテナ底面までとする。なお、アンテナ高は標識上面からGNSSアンテナ底面までの距離を垂直に測定することを標準とする。

ヌ キネマティック法は、基準となるGNSS測量機を整置する観測点(以下「固定局」という。)及び移動する観測点(以下「移動局」という。)で、同時にGNSS衛星からの信号を受信して初期化(整数値バイアスの決定)などに必要な観測を行う。その後、移動局を複数の観測点に次々と移動して観測を行い、それに基づき固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める観測方法である。なお、初期化及び基線解析は、観測終了後に行う。

ル RTK法は、固定局及び移動局で同時にGNSS衛星からの信号を受信し、固定局で取得した信号を、無線装置等を用いて移動局に転送し、移動局側において即時に基線解析を行うことで、固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める。その後、移動局を複数の観測点に次々と移動して、固定局と移動局の間の基線ベクトルを即時に求める観測方法である。なお、基線ベクトルを求める方法は、直接観測法又は間接観測法による。

- (1) 直接観測法は、固定局及び移動局で同時にGNSS衛星からの信号を受信し、基線解析により固定局と移動局の間の基線ベクトルを求める観測方法である。直接観測法による観測距離は、500メートル以内を標準とする。
- (2) 間接観測法は、固定局及び2か所以上の移動局で同時にGNSS衛星からの信号を受信し、基線解析により得られた2つの基線ベクトルの差を用いて移動局間の基線ベクトルを求める観測方法である。間接観測法による固定局と移動局の間の距離は10キロメートル以内とし、間接的に求める移動局間の距離は500メートル以内を標準とする。

ヲ ネットワーク型RTK法は、配信事業者(国土地理院の電子基準点網の観測データ配信を受けている者、又は3点以上の電子基準点を基に、測量に利用できる形式でデータを配信している者をいう。以下同じ。)で算出された補正データ等又は面補正パラメータを、携帯電話等の通信回線を介して移動局で受信すると同時に、移動局でGNSS衛星からの信号を受信し、移動局側において即時に解析処理を行って位置を求める。その後、複数の観測点に次々と移動して移動局の位置を即時に求める観測方法である。

観測終了後に配信事業者から補正データ等又は面補正パラメータを取得することで、後処理により解析処理を行うことができるものとする。なお、基線ベクトルを求める方法は、直接観測法又は間接観測法による。

- (1) 直接観測法は、配信事業者で算出された移動局近傍の任意地点の補正データ等と移動局の観測データを用いて、基線解析により基線ベクトルを求める観測方法である。
- (2) 間接観測法は、次の方式により基線ベクトルを求める観測方法である。
 - (i) 2台同時観測方式による間接観測法は、2か所の移動局で同時観測を行い、得られたそれぞれの三次元直交座標の差から移動局間の基線ベクトルを求める。
 - (ii) 1台準同時観測方式による間接観測法は、移動局で得られた三次元直交座標とその後、速やかに移動局を他の観測点に移動して観測を行い、得られたそれぞれの三次元直交座標の差から移動局間の基線ベクトルを求める。なお、観測は、速やかに行うとともに、必ず往復観測(同方向の観測も可)を行い、重複による基線ベクトルの点検を実施する。

三 測標水準測量は、次のいずれかの方式により行うものとする。

イ 直接水準測量は、4級水準測量に準じて行うものとする。

ロ 間接水準測量は、次のとおり行うものとする。

- (1) 器械高、反射鏡高及び目標高は、ミリメートル位まで測定するものとする。
- (2) 間接水準測量区間の一端に2つの固定点を設け、鉛直角観測及び距離測定を行うものとする。
- (3) 間接水準測量における環の閉合差の許容範囲は、3センチメートルに観測距離（キロメートル単位とする。）を乗じたものとする。ただし、観測距離が1キロメートル未満における許容範囲は3センチメートルとする。
- (4) 鉛直角観測及び距離測定は、距離が500メートル以上のときは1級基準点測量、距離が500メートル未満のときは2級基準点測量に準じて行うものとする。ただし、鉛直角観測は3対回とし、できるだけ正方向及び反方向の同時観測を行うものとする。
- (5) 間接水準測量区間の距離は、2キロメートル以下とする。

(観測値の点検及び再測)

第38条 観測値について点検を行い、許容範囲を超えた場合は、再測するものとする。

一 TS等による許容範囲は、次表を標準とする。

区 分 項 目		1 級基準点測量	2 級基準点測量		3 級基準点測量	4 級基準点測量
			1 級トータルステーション、 1 級セオドライト	2 級トータルステーション、 2 級セオドライト		
水平角観測	倍 角 差	15''	20''	30''	30''	60''
	観 測 差	8''	10''	20''	20''	40''
鉛直角観測	高度定数の較差	10''	15''	30''	30''	60''
距離測定	1セット内の測定値の較差	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
	各セットの平均値の較差	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
測標水準	往復観測値の較差	$20\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$

備 考	Sは観測距離（片道、km 単位）とする。
-----	----------------------

二 G N S S 観測による基線解析の結果は F I X 解とする。

(偏心要素の測定)

第 3 9 条 基準点で直接に観測ができない場合は、偏心点を設け、偏心要素を測定し、許容範囲を超えた場合は再測するものとする。

一 G N S S 観測において、偏心要素のための零方向の視通が確保できない場合は、方位点を設置することができる。

二 G N S S 観測における方位点の設置距離は 2 0 0 メートル以上とし、偏心距離の 4 倍以上を標準とする。なお、観測は第 3 7 条第 2 項第二号の規定を準用する。

三 偏心角の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
30cm未満	偏心測定紙に方向線を引き、分度器によって偏心角を測定する。	1°	——
30cm以上 2 m未満	偏心測定紙に方向線を引き、計算により偏心角を算出する。	10′	——
2 m以上 10m未満	トータルステーション又はセオドライトを用いて、第 3 7 条を準用する。	1′	倍角差 120″ 観測差 90″
10m以上 50m未満		10″	倍角差 60″ 観測差 40″
50m以上 100m未満			倍角差 30″ 観測差 20″
100m以上 250m未満		1″	倍角差 20″ 観測差 10″

四 偏心距離の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
30cm未満	物差により測定する。	mm	——
30cm以上 2 m未満	鋼巻尺により 2 読定、1 往復を測定する。	mm	往復の較差 5 mm
2 m以上 50m未満	トータルステーション又は測距儀を用いて、第 3 7 条を準用する。		
50m以上		mm	第 3 8 条を準用する
備 考	1. 偏心距離が 5 mm未満、かつ、辺長が 1 kmを超す場合は偏心補正計算を省略できる。 2. 偏心距離が 10m以下の場合は、傾斜補正以外の補正は省略できる。		

五 本点と偏心点間の高低差の測定は、次表を標準とする。

偏心距離	機器及び測定方法	測定単位	点検項目・許容範囲
30cm未満	独立水準器を用いて、偏心点を本点と同標高に設置する。	—	——

30cm 以上 100m未満	4級水準測量に準じて観測する。ただし、後視及び前視に同一標尺を用いて片道観測の測点数を1点とすることができる。	mm	往復の較差 $20\text{mm}\sqrt{S}$
	4級基準点測量の鉛直角観測に準じて測定する。ただし、正、反方向の鉛直角観測に代えて、器械高の異なる片方向による2対回の鉛直角観測とすることができる。	20"	高度定数の較差 60" 高低差の正反較差 100 mm
100m以上 250m未満	4級水準測量に準じて測定する。	mm	往復の較差 $20\text{mm}\sqrt{S}$
	2～3級基準点測量の鉛直角観測に準じて測定する。	10"	高度定数の較差 30" 高低差の正反較差 150 mm
備 考	Sは、測定距離(km単位)とする。		

第6節 計 算

(要 旨)

第40条 本章において「計算」とは、新点の水平位置及び標高を求めるため、次の各号により行うものとする。

- 一 TS等による基準面上の距離の計算は、楕円体高を用いる。なお、楕円体高は、標高とジオイド高から求めるものとする。
- 二 ジオイド高は、次の方法により求めた値とする。
 - イ 国土地理院が提供するジオイド・モデルから求める。
 - ロ イのジオイド・モデルが構築されていない地域においては、GNSS観測と水準測量等で求めた局所ジオイド・モデルから求める。
- 三 3級基準点測量及び4級基準点測量は、基準面上の距離の計算は楕円体高に代えて標高を用いることができる。この場合において経緯度計算を省略することができる。

(計算の方法等)

第41条 計算は、付録6の計算式、又はこれと同精度若しくはこれを上回る精度を有することが確認できる場合は、当該計算式を使用することができるものとする。

2 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

区分 項目	直角座標 ※	経緯度	標 高	ジオイド高	角 度	辺 長
単 位	m	秒	m	m	秒	m
位	0.001	0.0001	0.001	0.001	1	0.001
備 考	※ 平面直角座標系に規定する世界測地系に従う直角座標					

3 TS等で観測を行った標高の計算は、0.01メートル位までとすることができる。

4 GNSS観測における基線解析では、次の各号により実施することを標準とする。

- 一 計算結果の表示単位等は、次表のとおりとする。

区 分 項 目	基線ベクトル成分
単 位	m
位	0.001

- 二 G N S S 衛星の軌道情報は、放送暦を標準とする。
- 三 スタティック法及び短縮スタティック法による基線解析では、原則として P C V 補正を行うものとする。
- 四 気象要素の補正は、基線解析ソフトウェアで採用している標準大気によるものとする。
- 五 基線解析は、基線長が 1 0 キロメートル以上の場合には 2 周波で行うものとし、基線長が 1 0 キロメートル未満の場合には 1 周波又は 2 周波で行うものとする。
- 六 基線解析の固定点の経度と緯度は、成果表の値（以下「元期座標」という。）又は国土地理院が提供する地殻変動補正パラメータを使用してセミ・ダイナミック補正を行った値（以下「今期座標」という。）とする。なお、セミ・ダイナミック補正に使用する地殻変動補正パラメータは、測量の実施時期に対応したものを使用するものとする。以後の基線解析は、固定点の経度と緯度を用いて求められた経度と緯度を順次入力するものとする。
- 七 基線解析の固定点の楕円体高は、成果表の標高とジオイド高から求めた値とし、元期座標又は今期座標とする。ただし、固定点が電子基準点の場合には、成果表の楕円体高（元期座標）又は今期座標とする。以後の基線解析は、固定点の楕円体高を用いて求められた楕円体高を順次入力するものとする。
- 八 基線解析に使用する G N S S 測量機の高度角は、観測時に設定した受信高度角とする。

（点検計算及び再測）

第 4 2 条 点検計算は、観測終了後、次の各号により行うものとする。点検計算の結果、許容範囲を超えた場合は、再測を行う等適切な措置を講ずるものとする。

一 T S 等観測

イ すべての単位多角形及び次の条件により選定されたすべての点検路線について、水平位置及び標高の閉合差を計算し、観測値の良否を判定するものとする。

- (1) 点検路線は、既知点と既知点を結合させるものとする。
- (2) 点検路線は、なるべく短いものとする。
- (3) すべての既知点は、1 つ以上の点検路線で結合させるものとする。
- (4) すべての単位多角形は、路線の 1 つ以上を点検路線と重複させるものとする。

ロ T S 等による点検計算の許容範囲は、次表を標準とする。

区 分 項 目		1 級基準点測量	2 級基準点測量	3 級基準点測量	4 級基準点測量
		結合・ 単 路 多 角 線	水平位置の 閉 合 差	$100\text{mm} + 20\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$	$100\text{mm} + 30\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$
	標 高 の 閉 合 差	$200\text{mm} + 50\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$200\text{mm} + 100\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$200\text{mm} + 150\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$200\text{mm} + 300\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$
単 多 角 形	水平位置の 閉 合 差	$10\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$	$15\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$	$25\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$	$50\text{mm} \sqrt{N} \Sigma S$
	標 高 の 閉 合 差	$50\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$100\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$150\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$	$300\text{mm} \Sigma S / \sqrt{N}$
標高差の正反較差		300mm	200mm	150mm	100mm
備 考		N は辺数、 ΣS は路線長 (km 単位) とする。			

二 G N S S 観測

イ 電子基準点のみを既知点とする場合以外の観測

(1) 観測値の点検は、全てのセッションについて、次のいずれかの方法により行うものとする。

(i) 異なるセッションの組み合わせによる最少辺数の多角形を選定し、基線ベクトルの環閉合差を計算する。

(ii) 異なるセッションで重複する基線ベクトルの較差を比較点検する。

(2) 点検計算の許容範囲は、次表を標準とする。

環閉合差及び重複する基線ベクトルの較差の許容範囲

区 分		許容範囲	備 考
基線ベクトルの環閉合差	水平 (ΔN 、 ΔE)	20mm \sqrt{N}	N : 辺数 ΔN : 水平面の南北成分の閉合差又は較差 ΔE : 水平面の東西成分の閉合差又は較差 ΔU : 高さ成分の閉合差又は較差
	高さ (ΔU)	30mm \sqrt{N}	
重複する基線ベクトルの較差	水平 (ΔN 、 ΔE)	20mm	
	高さ (ΔU)	30mm	

ロ 電子基準点のみを既知点とする場合の観測

(1) 点検計算に使用する既知点の経度と緯度及び楕円体高は、今期座標とする。

(2) 観測値の点検は、次の方法により行うものとする。

(i) 電子基準点間の結合の計算は、最少辺数の路線について行う。ただし、辺数が同じ場合は路線長が最短のものについて行う。

(ii) 全ての電子基準点は、1つ以上の点検路線で結合させるものとする。

(iii) 結合の計算に含まれないセッションについては、イ(1)の(i)又は(ii)によるものとする。

(3) 点検計算の許容範囲は、次表を標準とする。

(i) 電子基準点間の閉合差の許容範囲

区 分		許 容 範 囲	備 考
結合多角 又は単路線	水平 (ΔN 、 ΔE)	60mm+20mm \sqrt{N}	N : 辺数 ΔN : 水平面の南北成分の閉合差 ΔE : 水平面の東西成分の閉合差 ΔU : 高さ成分の閉合差
	高さ (ΔU)	150mm+30mm \sqrt{N}	

(ii) 環閉合差及び重複する基線ベクトルの較差の許容範囲は、イ(2)の規定を準用する。

2 点検計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

(平均計算)

第43条 平均計算は、次により行うものとする。

2 既知点1点を固定するGNSS測量機による場合の仮定三次元網平均計算は、閉じた多角形を形成させ、次の各号により行うものとする。ただし、電子基準点のみを既知点とする場合は除く。

一 仮定三次元網平均計算において、使用する既知点の経度と緯度は元期座標とし、楕円体高は成果表の標高とジオイド高から求めた値とする。ただし、電子基準点の楕円体高は、成果表の楕円体高とする。

二 仮定三次元網平均計算の重量(P)は、次のいずれかの分散・共分散行列の逆行列を用いるものとする。

イ 基線解析により求められた分散・共分散の値

ただし、すべての基線の解析手法、解析時間が同じ場合に限る。

ロ 水平及び高さの分散の固定値

ただし、分散の固定値は、 $d_N = (0.004m)^2$ $d_E = (0.004m)^2$ $d_U = (0.007m)^2$ とする。

三 仮定三次元網平均計算による許容範囲は、次のいずれかによるものとする。

イ 基線ベクトルの各成分による許容範囲は、次表を標準とする。

区分 項目	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量	4級基準点測量
基線ベクトルの各成分の残差	20mm	20mm	20mm	20mm
水平位置の閉合差	$\Delta s = 100\text{mm} + 40\text{mm} \sqrt{N}$ Δs : 既知点の成果値と仮定三次元網平均計算結果から求めた距離 N : 既知点までの最少辺数 (辺数が同じ場合は路線長の最短のもの)			
標高の閉合差	$250\text{mm} + 45\text{mm} \sqrt{N}$ を標準とする N : 辺数			

ロ 方位角、斜距離、楕円体比高による場合の許容範囲は、次表を標準とする。

区分 項目	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量	4級基準点測量
方位角の残差	5秒	10秒	20秒	80秒
斜距離の残差	$20\text{mm} + 4 \times 10^{-6} D$ D : 測定距離			
楕円体比高の残差	$30\text{mm} + 4 \times 10^{-6} D$ D : 測定距離			
水平位置の閉合差	$\Delta s = 100\text{mm} + 40\text{mm} \sqrt{N}$ Δs : 既知点の成果値と仮定三次元網平均計算結果から求めた距離 N : 既知点までの最少辺数 (辺数が同じ場合は路線長の最短のもの)			
標高の閉合差	$250\text{mm} + 45\text{mm} \sqrt{N}$ を標準とする N : 辺数			

3 既知点2点以上を固定する厳密水平網平均計算、厳密高低網平均計算、簡易水平網平均計算、簡易高低網平均計算及び三次元網平均計算は、平均図に基づき行うものとし、平均計算は次の各号により行うものとする。

一 TS等観測

イ 厳密水平網平均計算の重量(P)には、次表の数値を用いるものとする。

区分	重量	m_s	γ	m_t
1級基準点測量	10mm	10mm	5×10^{-6}	1.8"
2級基準点測量				3.5"
3級基準点測量				4.5"
4級基準点測量				13.5"

ロ 簡易水平網平均計算及び簡易高低網平均計算を行う場合、方向角については各路線の観測点数の逆数、水平位置及び標高については、各路線の距離の総和（0.01キロメートル位までとする。）の逆数を重量（P）とする。

ハ 厳密水平網平均計算及び厳密高低網平均計算による各項目の許容範囲は、次表を標準とする。

項目 \ 区分	1級基準点測量	2級基準点測量	3級基準点測量	4級基準点測量
一方向の残差	12"	15"	——	——
距離の残差	80mm	100mm	——	——
水平角の単位重量当たりの標準偏差	10"	12"	15"	20"
新点位置の標準偏差	100mm	100mm	100mm	100mm
高低角の残差	15"	20"	——	——
高低角の単位重量当たりの標準偏差	12"	15"	20"	30"
新点標高の標準偏差	200mm	200mm	200mm	200mm

ニ 簡易水平網平均計算及び簡易高低網平均計算による各項目の許容範囲は、次表を標準とする。

項目 \ 区分	3級基準点測量	4級基準点測量
路線方向角の残差	50"	120"
路線座標差の残差	300mm	300mm
路線高低差の残差	300mm	300mm

二 G N S S 観測

イ 電子基準点のみを既知点とする場合以外の観測

- (1) 三次元網平均計算において、使用する既知点の経度と緯度は元期座標とし、楕円体高は成果表の標高とジオイド高から求めた値とする。ただし、電子基準点の楕円体高は、成果表の楕円体高とする。
- (2) 新点の標高は、次のいずれかの方法により求めた値とする。
 - (i) 国土地理院が提供するジオイド・モデルにより求めたジオイド高を用いて、楕円体高を補正する。
 - (ii) (i) のジオイド・モデルが構築されていない地域においては、G N S S 観測と水準測量等により、局所ジオイド・モデルを構築し、求めたジオイド高を用いて、楕円体高を補正する。
- (3) 三次元網平均計算の重量（P）は、前項第二号の規定を準用する。
- (4) 三次元網平均計算による各項目の許容範囲は、次表を標準とする。

分 項 目	1 級基準点測量	2 級基準点測量	3 級基準点測量	4 級基準点測量
斜 距 離 の 残 差	80mm	100mm	——	——
新点水平位置の標準偏差	100mm	100mm	100mm	100mm
新点標高の標準偏差	200mm	200mm	200mm	200mm

ロ 電子基準点のみを既知点とする場合の観測

- (1) 三次元網平均計算において、使用する既知点の経度と緯度及び楕円体高は今期座標とする。
- (2) 新点の経度、緯度、楕円体高は、三次元網平均計算により求めた経度、緯度、楕円体高にセミ・ダイナミック補正を行った元期座標とする。
- (3) 新点の標高決定は、イ(2)の規定を準用する。
- (4) 三次元網平均計算の重量(P)は、前項第二号の規定を準用する。
- (5) 三次元網平均計算による各項目の許容範囲は、イ(4)の規定を準用する。

- 4 平均計算に使用した概算値と平均計算結果値の座標差が1メートルを超えた観測点については、平均計算結果の値を概算値として平均計算を繰り返す反復計算を行うものとする。
- 5 平均計算に使用するプログラムは、計算結果が正しいと確認されたものを使用するものとする。
- 6 平均計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

第7節 品質評価

(品質評価)

- 第44条 「品質評価」とは、基準点測量成果について、製品仕様書が規定するデータ品質を満足しているか評価する作業をいう。
- 2 作業機関は、品質評価手順に基づき品質評価を実施するものとする。
 - 3 評価の結果、品質要求を満足していない項目が発見された場合は、必要な調整を行うものとする。

第8節 成果等の整理

(メタデータの作成)

- 第45条 基準点成果のメタデータは、製品仕様書に従いファイルの管理及び利用において必要となる事項について、作成するものとする。

(成果等)

- 第46条 成果等は、次の各号のとおりとする。ただし、作業方法によっては、この限りでない。

- 一 観測手簿
- 二 観測記簿
- 三 計算簿
- 四 平均図
- 五 基準点成果表
- 六 点の記
- 七 建標承諾書
- 八 測量標設置位置通知書
- 九 基準点網図
- 十 精度管理表

- 十一 品質評価表
- 十二 測量標の地上写真
- 十三 基準点現況調査報告書
- 十四 成果数値データ
- 十五 点検測量簿
- 十六 メタデータ
- 十七 その他の資料

(2)水準測量

第3章 水準測量

第1節 要旨

(要旨)

第47条 「水準測量」とは、既知点に基づき、新点である水準点の標高を定める作業をいう。

2 水準測量は、既知点の種類、既知点間の路線長、観測の精度等に応じて、1級水準測量、2級水準測量、3級水準測量、4級水準測量及び簡易水準測量に区分するものとする。

3 1級水準測量により設置される水準点を1級水準点、2級水準測量により設置される水準点を2級水準点、3級水準測量により設置される水準点を3級水準点、4級水準測量により設置される水準点を4級水準点及び簡易水準測量により設置される水準点を簡易水準点という。

(既知点の種類等)

第48条 既知点の種類及び既知点間の路線長は、次表を標準とする。

項目 \ 区分	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量	4級水準測量	簡易水準測量
既知点の種類	一等水準点 1級水準点	一～二等水準点 1～2級水準点	一～三等水準点 1～3級水準点	一～三等水準点 1～4級水準点	一～三等水準点 1～4級水準点
既知点間の路線長	150km以下	150km以下	50km以下	50km以下	50km以下

(水準路線)

第49条 「水準路線」とは、2点以上の既知点を結合する路線をいう。直接に水準測量で結ぶことができない水準路線は、渡海（河）水準測量により連結するものとする。

(水準測量の方式)

第50条 水準測量は、次の方式を標準とする。

一 直接水準測量方式

二 渡海（河）水準測量方式

測量方法は、観測距離に応じて、次表により行うものとする。

測量方法	観測距離
交 互 法	1級水準測量は約 300m 以下とする。2～4級水準測量は約 450m 以下とする。
経 緯 儀 法	1～4級水準測量は約 1km 以下とする。
俯 仰 ね じ 法	1～4級水準測量は約 2km 以下とする。

(工程別作業区分及び順序)

第51条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

一 作業計画

二 選点

三 測量標の設置

四 観測

五 計算

六 品質評価

七 成果等の整理

第2節 作業計画

(要 旨)

第52条 作業計画は、第11条の規定によるほか、地形図上で新点の概略位置を決定し、平均計画図を作成するものとする。

第3節 選 点

(要 旨)

第53条 本章において「選点」とは、平均計画図に基づき、現地において既知点の現況及び水準路線を調査するとともに、新点の位置を選定し、選点図及び平均図を作成する作業をいう。

(既知点の現況調査)

第54条 既知点の現況調査は、異常の有無等を確認し、基準点現況調査報告書を作成するものとする。

(新点の選定)

第55条 新点は、後続作業における利用等を考慮し、適切な位置に選定するものとする。

(建標承諾書等)

第56条 計画機関が所有権又は管理権を有する土地以外の土地に永久標識を設置しようとするときは、当該土地の所有者又は管理者から建標承諾書等により承諾を得なければならない。

(選点図及び平均図等の作成)

第57条 新点の位置を選定したときは、その位置及び路線等を地形図に記入し、選点図を作成するものとする。

2 平均図及び水準路線図は、選点図に基づいて作成する。ただし、平均図は計画機関の承認を得るものとする。

第4節 測量標の設置

(要 旨)

第58条 本章において「測量標の設置」とは、新設点の位置に永久標識を設ける作業をいう。

(永久標識の設置)

第59条 新設点の位置には、原則として、永久標識を設置し、測量標設置位置通知書を作成するものとする。

2 永久標識の規格及び設置方法は、付録5によるものとする。

3 設置した永久標識については、写真等により記録するものとする。

4 永久標識には、必要に応じ固有番号等を記録したICタグを取り付けることができる。

5 4級水準点及び簡易水準点には、標杭を用いることができる。

6 永久標識を設置した水準点については、第37条に規定する観測方法又は単点観測法により座標を求め、成果数値データファイルに記載するものとする。また、既知点の座標を求めた場合、当該点の管理者にその取り扱いを確認することができる。

一 「単点観測法」は、第37条に規定するネットワーク型RTK法を用いて単独で測点の座標を求める。

二 単点観測法により水準点の座標を求める観測及び較差の許容範囲等は、次のとおりとする。

イ 観測は、2セット行うものとする。1セット目の観測値を採用値とし、観測終了後、点検のための再初期化を行い2セット目の観測を行うものとする。ただし、2セット目の観測結果は点検値とする。

ロ 観測回数及び較差の許容範囲等は、次表を標準とする。

使用衛星数	観測回数	データ取得間隔	許容範囲		備 考
5衛星以上	F I X解を得てから10エポック以上を2セット	1 秒	ΔN ΔE	100mm	ΔN : 水平面の南北成分のセット間較差 ΔE : 水平面の東西成分のセット間較差 ただし、平面直角座標で比較することができる。

三 成果数値データファイルには0.1メートル位まで記入するものとする。

四 水準点で直接に観測ができない場合は、偏心点を設け、TS等により偏心要素を測定するものとする。

(点の記の作成)

第60条 設置した永久標識については、点の記を作成するものとする。

第5節 観 測

(要 旨)

第61条 本章において「観測」とは、平均図等に基づき、レベル及び標尺等を用いて、関係点間の高低差を観測する作業をいう。

(機 器)

第62条 観測に使用する機器は、次表に掲げるもの又はこれらと同等以上のものを標準とする。

機 器	性 能	摘 要
1 級 レ ベ ル	別表1による	1 ～ 4 級 水 準 測 量
2 級 レ ベ ル		2 ～ 4 級 水 準 測 量
3 級 レ ベ ル		3 ～ 4 級 水 準 測 量 簡 易 水 準 測 量
1 級 標 尺		1 ～ 4 級 水 準 測 量
2 級 標 尺		3 ～ 4 級 水 準 測 量
1 級 セ オ ド ラ イ ト		1 ～ 4 級 水 準 測 量 (渡海)
1 級 トータルステーション		1 ～ 4 級 水 準 測 量 (渡海)
測 距 儀		1 ～ 4 級 水 準 測 量 (渡海)
水 準 測 量 作 業 用 電 卓	—	—
箱 尺	—	簡 易 水 準 測 量

一 1級水準測量では、気温20度における標尺改正数が $50\mu\text{m}/\text{m}$ 以下、かつ、I号標尺とII号標尺の標尺改正数の較差が $30\mu\text{m}/\text{m}$ 以下の1級標尺を用いるものとする。

二 渡海(河)水準測量でレベルを使用する場合は、気泡管レベル又は自動レベルとする。ただし、自動レベルは交互法のみとする。

2 水準測量作業用電卓は、動作の結果が正しいと確認されたものを使用するものとする。

(機器の点検及び調整)

第63条 観測に使用する機器は、適宜、点検及び調整を行うものとする。なお、観測による視準線誤差の点検調整における読定単位及び許容範囲は、次表を標準とする。

項目 \ 区分	1級レベル	2級レベル	3級レベル
読定単位	0.01mm	0.1mm	1mm
許容範囲	0.3mm	0.3mm	3mm

2 点検調整は、観測着手前に次の項目について行い、水準測量作業用電卓又は観測手簿に記録する。ただし、1級水準測量及び2級水準測量では、観測期間中おおむね10日ごとに行うものとする。

- 一 気泡管レベルは、円形水準器及び主水準器軸と視準線との平行性の点検調整を行うものとする。
- 二 自動レベル、電子レベルは、円形水準器及び視準線の点検調整並びにコンペンセータの点検を行うものとする。
- 三 標尺付属水準器の点検を行うものとする。

(観測の実施)

第64条 観測は、水準路線図に基づき、次に定めるところにより行うものとする。

2 直接水準測量

- 一 観測は、標尺目盛及びレベルと後視又は前視標尺との距離（以下「視準距離」という。）を読定するものとする。
- イ 視準距離及び標尺目盛の読定単位は、次表を標準とする。なお、視準距離はメートル単位で読定するものとする。

項目 \ 区分	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量	4級水準測量	簡易水準測量
視準距離	最大50m	最大60m	最大70m	最大70m	最大80m
読定単位	0.1mm	1mm	1mm	1mm	1mm

ロ 観測は、1視準1読定とし、標尺の読定方法は、次表を標準とする。

区分 \ 観測順序	1級水準測量		2級水準測量		3～4級水準測量 簡易水準測量
	気泡管レベル 自動レベル	電子レベル	気泡管レベル 自動レベル	電子レベル	気泡管レベル 自動レベル 電子レベル
1	後視小目盛	後視	後視小目盛	後視	後視
2	前視小目盛	前視	後視大目盛	後視	前視
3	前視大目盛	前視	前視小目盛	前視	—
4	後視大目盛	後視	前視大目盛	前視	—

二 観測は、簡易水準測量を除き、往復観測とする。

三 標尺は、2本1組とし、往路と復路との観測において標尺を交換するものとし、測点数は偶数とする。

四 1級水準測量においては、観測の開始時、終了時及び固定点到着時ごとに、気温を1度単位で測定するものとする。

五 視準距離は等しく、かつ、レベルはできる限り両標尺を結ぶ直線上に設置するものとする。

六 往復観測を行う水準測量において、水準点間の測点数が多い場合は、適宜固定点を設け、往路及び復路の観測に共通して使用するものとする。

七 1級水準測量においては、標尺の下方20センチメートル以下を読定しないものとする。

八 1日の観測は、水準点で終わることを原則とする。なお、やむを得ず固定点で終わる場合は、観測の再開時に固定点の異常の有無を点検できるような方法で行うものとする。

3 渡海（河）水準測量

一 観測は、交互法、経緯儀法又は俯仰ねじ法のいずれかにより行うものとする。

二 観測のセット数、読定単位等は、次表を標準とする。

測量方法		交互法	経緯儀法	俯仰ねじ法
観測距離(S)		300m(450m)まで	1kmまで	2kmまで
使用機器の性能		1級レベル 1級標尺	1級トータルステーション 1級セオドライト 1級レベル、1級標尺 (2級レベル)	俯仰ねじを有する 1級レベル 1級標尺
使用機器の数量		1式	2式	
観測条件		——	両岸で同時観測	
目標板白線の太さ		40mm×S	——	40mm×S
観測時間帯		観測地点の南中時前3時間、後4時間の間に行う		
セット数(n)		60×S	80×S	
観測日数		n/25	n/40	
目標(標尺) の読定単位	自岸	0.1mm(1mm)	1秒	0.1mm(1mm)
	対岸	1mm	1秒 距離1mm	俯仰ねじ目盛の 1/10
計算 単位	自岸器械高	——	0.1mm(1mm)	——
	対岸目標高	——	0.1mm(1mm)	0.1mm(1mm)
高度定数の較差の 許容範囲		——	5秒 (7秒)	——
距離の測定		——	第37条及び第38条を準 用する	——

観測方法	<p>自岸標尺1回、対岸標尺5回、自岸標尺1回の順にそれぞれ1視準1読定を行い、これを1セットとする。</p> <p>1日の全観測セットの1/2を経過した時点で、レベルと標尺を対岸に移し替えて同様の観測を行う。</p>	<p>対岸の観測は鉛直角観測により行い望遠鏡右及び左の位置で1視準1読定を1対回とする2対回の観測を行う。これを1セットとする。</p> <p>自岸の観測は対岸観測(1セット)の前後に渡海水準点に立てた標尺の任意2か所の目盛を視準し、鉛直角観測を行う。</p> <p>これを両岸において、同時に行う観測を1セットとする。</p> <p>1日のセット数は20~60セットを標準とする。</p> <p>全セット数のほぼ中間で両岸の器械、標尺を入れ替え同様の観測を行う。</p>	<p>自岸の標尺目盛を1視準1読定した後に、対岸目標板下段位置、レベルの水平位置、対岸目標板上段位置の3か所の俯仰ねじ目盛を読み取り、再び、対岸目標板上段、レベルの水平位置、対岸目標板下段位置の観測を行う。</p> <p>これを両岸において、同時に行う観測を1セットとする。</p> <p>1日のセット数は20~60セットを標準とする。</p> <p>全セットのほぼ中間で両岸の器械、標尺を入れ替え同様の観測を行う。</p>
備考	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sは、観測距離(km単位)、観測日数欄の数字は1日あたりの標準セット数とする。 2. 観測セット数及び日数の算定において、観測距離(km単位)を小数点以下1位まで求め、乗算後の端数は切り上げて整数とする。 3. 偶数セットの観測を行い、観測日数が1日に満たない場合は、1日に切り上げる。 4. 表中の()内は2~4級水準測量に適用する。 		

4 新設点の観測は、永久標識の設置後24時間以上経過してから行うものとする。

(再測)

第65条 1級水準測量、2級水準測量、3級水準測量及び4級水準測量の観測において、水準点及び固定点によって区分された区間の往復観測値の較差が、許容範囲を超えた場合は、再測するものとする。

一 往復観測値の較差の許容範囲は、次表を標準とする。

項目 \ 区分	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量	4級水準測量
往復観測値の較差	$2.5\text{mm}\sqrt{S}$	$5\text{mm}\sqrt{S}$	$10\text{mm}\sqrt{S}$	$20\text{mm}\sqrt{S}$
備考	Sは観測距離(片道、km単位)とする。			

二 1級水準測量及び2級水準測量の再測は、同方向の観測値を採用しないものとする。

(検測)

第66条 1級水準測量及び2級水準測量においては、隣接既知点間の検測を行うものとする。なお、検測における結果と前回の観測高低差、又は測量成果の高低差との較差の許容範囲は、次表を標準とする。

また、検測は、片道観測を原則とする。

項目 \ 区分	1 級水準測量	2 級水準測量
前回の観測高低差との較差	2.5mm \sqrt{S}	5mm \sqrt{S}
測量成果の高低差との較差	15mm \sqrt{S}	
備 考	Sは観測距離（片道、km単位）とする。	

第6節 計 算

（要 旨）

第67条 本章において「計算」とは、新点の標高を求めるため、次に定めるところにより行うものとする。

- 一 標尺補正の計算及び正規正標高補正計算（楕円補正）は、1級水準測量及び2級水準測量について行う。ただし、1級水準測量においては、正規正標高補正計算に代えて正標高補正計算（実測の重力値による補正）を用いることができる。また、2級水準測量における標尺補正の計算は、水準点間の高低差が70メートル以上の場合に行うものとし、標尺補正量は、気温20度における標尺改正数を用いて計算するものとする。
- 二 変動補正計算は、地盤沈下調査を目的とする水準測量について、基準日を設けて行うものとする。
- 三 計算は、第64条第2項第一号イの表の読定単位まで算出するものとする。

（計算の方法）

第68条 計算は、付録6の計算式、又はこれと同精度若しくはこれを上回る精度を有することが確認できる場合は、当該計算式を使用することができるものとする。

（点検計算及び再測）

第69条 点検計算は、観測終了後に行うものとする。点検計算の結果、許容範囲を超えた場合は、再測を行う等適切な措置を講ずるものとする。

- 一 すべての単位水準環（新設水準路線によって形成された水準環で、その内部に水準路線のないものをいう。以下同じ。）及び次の条件により選定されたすべての点検路線について、環閉合差及び既知点から既知点までの閉合差を計算し、観測値の良否を判定するものとする。
 - イ 点検路線は、既知点と既知点を結合させるものとする。
 - ロ すべての既知点は、1つ以上の点検路線で結合させるものとする。
 - ハ すべての単位水準環は、路線の一部を点検路線と重複させるものとする。
- 二 点検計算の許容範囲は、次表を標準とする。

項 目 \ 区 分	1 級水準測量	2 級水準測量	3 級水準測量	4 級水準測量	簡易水準測量
環 閉 合 差	2mm \sqrt{S}	5mm \sqrt{S}	10mm \sqrt{S}	20mm \sqrt{S}	40mm \sqrt{S}
既知点から既知点までの閉合差	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}	15mm \sqrt{S}	25mm \sqrt{S}	50mm \sqrt{S}
備 考	Sは観測距離（片道、km単位）とする。				

2 点検計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

（平均計算）

第70条 平均計算は、次により行うものとする。

- 一 直接水準測量の平均計算は、距離の逆数を重量とし、観測方程式又は条件方程式を用いて行うものとする。
- 二 直接水準測量と渡海（河）水準測量が混合する路線の平均計算は、標準偏差の二乗の逆数を重量とし、観測方程式又は条件方程式により行うものとする。
- 三 平均計算による許容範囲は、次表を標準とする。

区 分 項 目	1級水準測量	2級水準測量	3級水準測量	4級水準測量	簡易水準測量
単位重量当たりの観測の標準偏差	2mm	5mm	10mm	20mm	40mm

- 2 平均計算に使用するプログラムは、計算結果が正しいと確認されたものを使用するものとする。
- 3 平均計算の結果は、精度管理表にとりまとめるものとする。

第7節 品質評価

（品質評価）

第71条 水準点成果の品質評価は、第44条の規定を準用する。

第8節 成果等の整理

（メタデータの作成）

第72条 水準点成果のメタデータの作成は、第45条の規定を準用する。

（成果等）

第73条 成果等は、次の各号のとおりとする。ただし、作業方法によっては、この限りでない。

- 一 観測手簿
- 二 観測成果表及び平均成果表
- 三 水準路線図
- 四 計算簿
- 五 平均図
- 六 点の記
- 七 成果数値データ
- 八 建標承諾書
- 九 測量標設置位置通知書
- 十 測量標の地上写真
- 十一 基準点現況調査報告書
- 十二 精度管理表
- 十三 品質評価表
- 十四 点検測量簿
- 十五 メタデータ
- 十六 その他の資料

(3)航空レーザ測量

第8章 航空レーザ測量

第1節 要旨

(要旨)

第312条 「航空レーザ測量」とは、航空レーザ測量システムを用いて地形を計測し、格子状の標高データである数値標高モデル（以下「グリッドデータ」という。）等の数値地形図データファイルを作成する作業をいう。

(地図情報レベルと格子間隔)

第313条 数値標高モデルの規格は、地上での格子間隔で表現するものとする。

2 地図情報レベルと格子間隔の関係は、次表を標準とする。

地図情報レベル	格子間隔
500	0.5m以内
1000	1m以内
2500	2m以内
5000	5m以内

(工程別作業区分及び順序)

第314条 工程別作業区分及び順序は、次を標準とする。

- 一 作業計画
- 二 固定局の設置
- 三 航空レーザ計測
- 四 調整用基準点の設置
- 五 三次元計測データ作成
- 六 オリジナルデータ作成
- 七 グラウンドデータ作成
- 八 グリッドデータ作成
- 九 等高線データ作成
- 十 数値地形図データファイル作成
- 十一 品質評価
- 十二 成果等の整理

第2節 作業計画

(要旨)

第315条 作業計画は、第11条の規定によるほか、工程別に作成するものとする。

2 航空レーザ計測は、GNSS衛星配置等を考慮して、計測諸元、飛行コース、固定局の設置場所及びGNSS観測について計画するものとする。

3 「計測諸元」とは、対地高度、対地速度、コース間重複度（%）、スキャン回数、スキャン角度、パルスレート及び飛行方向・飛行直交方向の標準的取得点間距離等をいい、三次元計測データとして必要となるデータ間隔を得るための計画に使用する。

4 三次元計測データのデータ間隔（ β ）は、グリッドデータの格子間隔（ α ）と定数（ θ ）を用いた次の式により求め、格子内に1点以上になるように計画するものとする。

$$\text{(式)} \quad \beta = \alpha / \theta \quad (\theta : 1.1 \sim 1.5)$$

5 航空レーザ計測は、三次元計測データのデータ間隔を満たすように計画するものとする。その際、地形条件によっては、飛行コース間の重複度の調整や往復飛行による計測の設定を行う。

6 飛行コース間重複度は、30パーセントを標準とする。

7 計測対象地域は、作業地域の外周を格子間隔の10倍以上の距離を延伸して計測するように設計す

る。

8 固定局の設置場所は、上空視界や基線距離等を考慮し計画するものとする。

9 G N S S 観測計画は、最新の軌道情報を用いて受信可能な衛星数等を考慮して行うものとする。

第3節 固定局の設置

(固定局の設置)

第316条 「固定局の設置」とは、航空レーザ測量において、レーザ測距装置の位置をキネマティック法で求めるための地上固定局を設置することをいう。

2 固定局の設置は、計測対象地域内の基線距離が50キロメートルを超えないように選定するものとする。

3 固定局には、電子基準点を用いることを原則とする。

4 新たに固定局を設置する場合は、1級基準点測量及び3級水準測量により水平位置及び標高値を求めるものとする。

5 固定局を設置した場合は、固定局明細表を作成するものとする。

(固定局の点検)

第317条 固定局の点検は、固定局の設置時に状況調査を行い、次の各号について行うものとする。

- 一 上空視界の確保及びデータ取得の有無
- 二 計測対象地域における選定の良否
- 三 固定局の水平位置及び標高値精度の確保
- 四 G N S S アンテナの固定の確保

第4節 航空レーザ計測

(航空レーザ計測)

第318条 「航空レーザ計測」とは、航空レーザ測量システムを用いて、計測データを取得する作業をいう。

(航空レーザ測量システム)

第319条 航空レーザ測量システムは、G N S S / I M U 装置、レーザ測距装置及び解析ソフトウェアから構成するものとする。

2 構成する機器等の性能は、次のとおりとする。

一 航空機搭載のG N S S アンテナ及び受信機

イ G N S S アンテナは、航空機の頂部に確実に固定できること。

ロ G N S S 観測データを1秒以下の間隔で取得できること。

ハ 2周波で搬送波位相を観測できること。

二 キネマティック解析ソフトウェアは、次の機能を有するものを標準とする。

イ キネマティック解析にて基線ベクトルの解析ができること。

ロ 解析結果の評価項目を表示できること。

三 G N S S 測量機は、次表に掲げるもの又はこれらと同等以上の性能を有するものとする。

項目	性能
水平成分	0.3m
高さ成分	0.3m

四 I M U

イ I M U は、センサ部のローリング、ピッチング、ヘディングの3軸の傾き及び加速度が計測可能で、解析結果の標準偏差及びデータ取得間隔が次表に掲げるもの又はこれらと同等以上の性能を有すること。

センサ部	性能
ローリング	0.015 度
ピッチング	0.015 度
ヘディング	0.035 度
データ取得間隔	0.005 秒

ロ IMUは、レーザ測距装置に直接装着できること。

五 レーザ測距装置

イ ファーストパルス及びラストパルスの2パルス以上計測できること。

ロ スキャン機能を有すること。

ハ 眼等の人体への悪影響を防止する機能を有していること。

ニ 安全基準が明確に示されていること。

六 解析ソフトウェアは、計測点の三次元位置が算出できること。

七 航空レーザ測量システムは、ボアサイトキャリブレーションを実施したものをを用い、キャリブレーションの有効期間は6ヶ月とする。

八 機器点検内容を記録した点検記録は、作業着手前に作成するものとする。

(計測データの取得)

第320条 計測データの取得は、固定局のGNSS観測データ、航空機上のGNSS観測データ、IMU観測データ及びレーザ測距データについて行うものとする。

2 同一コースの航空レーザ計測は、直線かつ等高度で行うことを原則とする。ただし、回転翼航空機を利用する場合はこの限りでない。

3 同一コースにおける対地速度は一定の速度を保つように努めるものとする。

4 計測対象地域は、作業地域の外周を格子間隔の10倍以上の距離を延伸した範囲について取得するものとする。

5 GNSS観測については、次のとおり行うものとする。

一 固定局及び航空機上のGNSS観測のデータ取得間隔は1秒以下とする。

二 取得時のGNSS衛星の数は、第37条第2項第二号の規定を準用する。

三 GNSS観測結果等は、GNSS衛星の配置等を記載した手簿、記簿等の資料、基線解析結果等を記載した精度管理表に整理する。

(航空レーザ用数値写真)

第321条 航空レーザ用数値写真は、空中から地表を撮影した画像データで、フィルタリング及び点検のために撮影するものとする。

2 航空レーザ用数値写真は、次の各号に留意して撮影するものとする。

一 航空レーザ計測と同時期に撮影することを標準とする。

二 建物等の地表遮蔽物が確認できる解像度とし、地上画素寸法は1.0メートル以下を標準とする。

三 撮影は、計測対象地域を網羅する範囲とする。

(航空レーザ計測の点検)

第322条 航空レーザ計測の点検は、航空レーザ計測終了時に、速やかに行い、精度管理表等を作成し、再計測が必要か否かの判定を行うものとする。

2 点検は、次の各号について行うものとする。

一 固定局、航空機搭載のGNSS測量機の作動及びデータ収録状況の良否

二 サイクルスリップ状況の有無

三 航空レーザ計測範囲の良否

- 四 航空レーザ用数値写真の撮影範囲及び画質の良否
- 五 計測高度及び計測コースの良否
- 3 キネマティック解析結果の点検は、計測コース上において次の各号について行うものとする。
 - 一 最少衛星数
 - 二 DOP（PDOP、HDOP、VDOP）値
 - 三 位置の往復解の差
 - 四 解の品質
 - 五 位置の標準偏差の平均値と最大値
- 4 最適軌跡解析結果の点検は、計測コース上において次の各号について行うものとする。
 - 一 GNS S解とIMU解の整合性
 - 二 位置の標準偏差の平均値と最大値
 - 三 姿勢の標準偏差の平均値と最大値
- 5 計測データの点検は、次の各号について行うものとする。
 - 一 コースごとの計測漏れ
 - 二 飛行コース上の飛行軌跡
- 6 点検資料として、次の各号について作成するものとする。
 - 一 キネマティック解析処理時に出力される計測時間帯の衛星数及びPDOP図
 - 二 コースごとの計測範囲を重ね書きした計測漏れの点検図
 - 三 飛行コース上に飛行軌跡を展開した航跡図
 - 四 航空レーザ計測記録
 - 五 航空レーザ計測作業日誌
 - 六 GNS S衛星の配置等を記載した手簿、記簿
 - 七 GNS S／IMU計算精度管理表
- 7 電子基準点以外の固定局を使用した場合には、点検資料として次の各号について作成するものとする。
 - 一 固定局観測記録簿
 - 二 GNS S観測データファイル説明書
- 8 点検結果により、再計測の必要がある場合は、速やかに行うものとする。

第5節 調整用基準点の設置

（調整用基準点の設置）

- 第323条** 「調整用基準点の設置」とは、三次元計測データの点検及び調整を行うための基準点（以下「調整用基準点」という。）を設置する作業をいう。
- 2 調整用基準点の設置は、次の各号により行うものとする。
 - 一 設置場所は、平坦で所定の格子間隔の2倍から3倍までの辺長があるグラウンド、空き地、道路、公園及び屋上等で、樹木や歩道の段差等の障害物がなく、計測が可能な場所とする。
 - 二 点数は、作業地域の面積（ km^2 ）を25で割った値に1を足した値を標準とし、最低数は4点とする。
 - 三 配点は、作業地域の四隅に設置することを原則とし、所定の平坦地や水準点の位置を考慮し、作業地域全体で均一になるようにするものとする。

（調整用基準点の測定）

- 第324条** 調整用基準点の測定は、次の各号のとおりとする。
- 一 水平位置の測定は、第2編第2章で規定する4級基準点測量により行う。ただし、近傍に必要な既知点がない場合には、第59条第6項第二号に規定する単点観測法に準じて行うことができる。
 - 二 標高の測定は、第2編第3章で規定する4級水準測量により行う。ただし、近傍に必要な水準点がない場合は、第59条第6項第二号に規定する単点水準測量に準じて行うことができる。

ない場合には、測定する調整用基準点に最も近い2点以上の水準点を既知点として第2編第2章基準点測量に規定するGNSS観測のスタティック法に準じて行うことができる。

- 2 調整用基準点配点図及び調整用基準点明細表を作成するものとする。なお、調整用基準点明細表には現況等を撮影した写真を添付する。

第6節 三次元計測データの作成

(三次元計測データの作成)

第325条 「三次元計測データの作成」とは、航空レーザ計測データを統合解析し、計測位置の三次元座標データを作成する作業をいう。

- 2 三次元計測データを作成する際は、断面表示、鳥瞰表示等により、隣接する建物等に複数回反射して得られるノイズ等によるエラー計測部分を削除するものとする。
- 3 三次元計測における地上座標値は、センチメートル位とする。

(三次元計測データの点検)

第326条 三次元計測データの点検は、調整用基準点との比較により行うものとする。

- 2 調整用基準点と三次元計測データとの比較点検は、次のとおりとする。
 - 一 調整用基準点と比較する三次元計測データは、所定の格子間隔と同一半径の円又は2倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
 - 二 各調整用基準点において調整用基準点と三次元計測データとの較差を求め、その平均値とRMS誤差等を求めるものとする。
 - 三 すべての調整用基準点において三次元計測データの平均値との較差を求め、その平均値との標準偏差等を求めるものとする。
 - 四 点検結果は、三次元計測データ点検表及び調整用基準点調査表に整理するものとする。
- 3 前項の点検の結果に対する措置は、次のとおり行うものとする。
 - 一 各調整用基準点における点検の結果、較差の平均値の絶対値が2.5センチメートル以上又はRMS誤差が3.0センチメートル以上の場合は、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講じる。
 - 二 すべての調整用基準点での点検の結果、較差の平均値の絶対値が2.5センチメートル以上又は標準偏差が2.5センチメートル以上の場合は、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講じる。ただし、較差の傾向が、作業地域全体で同じ場合は第333条の規定に基づき補正を行う。

(コース間標高値の点検)

第327条 コース間標高値の点検は、コース間の重複部分に点検箇所を選定し、コースごとの標高値の比較点検を行うものとする。

- 2 点検箇所を選定と点検は、次のとおりとする。
 - 一 点検箇所の数は、(コース長 キロメートル/10+1)の小数点以下切り上げとする。
 - 二 点検箇所の配置は、重複部分のコースの端点に取り、重複部分の上下に均等に配置する。
 - 三 山間部、線状地域等の地形条件の場合は配置及び点数を変更することができる。
 - 四 点検箇所の標高値は、平坦で明瞭な地点を選定し、格子間隔と同一半径の円又はおおむね2倍に辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
 - 五 重複コースごとの各コースの点検箇所の標高値の較差を求め、較差の平均値等を求めるものとする。
 - 六 重複コースごとの標高値の較差の平均値の絶対値が3.0センチメートル以上の場合は、点検箇所の再選定又は点検結果からキャリブレーション値の再計測と計測データの再補正を行うものとする。
- 3 コース間標高値の点検の整理は、コース間点検箇所残差表で行うものとする。また、配点図は、コース間点検箇所配点図を作成するものとする。

(再点検)

第328条 作業終了後には、調整用基準点配点図、調整用基準点明細表、三次元計測データ点検表、調整用基準点調査表、コース間点検箇所配点図及びコース間点検箇所残差表を作成し、これらに航空レーザ測量用数値写真を用いて、次の各号の点検を行うものとする。

- 一 調整用基準点の配点及び設置箇所の適否
- 二 調整用基準点と三次元計測データとの較差の平均値と標準偏差の適否
- 三 点検箇所の配点と選点箇所の適否
- 四 点検箇所の標高値の較差の平均値と標準偏差の適否

(航空レーザ用写真地図データの作成)

第329条 航空レーザ用写真地図データの作成は、航空レーザ用数値写真及び三次元計測データ等を用いて正射変換により行うものとする。

2 航空レーザ用写真地図データファイルの作成は、次の各号により作成するものとする。

- 一 ファイルの単位は、国土基本図図郭の単位を原則とする。
- 二 データの形式は、T I F Fとする。
- 三 位置情報ファイルは、ワールドファイル形式とする。

(水部ポリゴンデータの作成)

第330条 水部ポリゴンデータは、航空レーザ用写真地図データを用いて水部の範囲を対象に作成するものとする。

2 「水部」とは、海部のほか、河川、池等地表が水で覆われている場所とする。

3 水部ポリゴンデータの作成は、所定の格子間隔により決定するものとする。ただし、水部が存在しない場合は、作業を省略することができる。

(欠測率の計算)

第331条 欠測率の計算は、計画する格子間隔を単位とし、三次元計測データの欠測の割合を算出するものとする。

2 「欠測」とは、三次元計測データを格子間隔で区切り、1つの格子内に三次元計測データがない場合をいう。ただし、水部は含まないものとする。

3 欠測率は、対象面積に対する欠測の割合を示すものであり、次の計算式で求めるものとする。

$$\text{欠測率} = (\text{欠測格子数} / \text{格子数}) \times 100$$

4 計算は、国土基本図図郭ごとに行い、欠測率は、欠測率調査表に整理するものとする。

5 欠測率は、格子間隔が1メートルを超える場合は10パーセント以下、1メートル以下の場合は15パーセント以下を標準とする。

(データの点検)

第332条 データの点検は、図形編集装置等を用いて行うものとする。

2 点検は、次の各号について行うものとする。

- 一 主要地物（道路等）に着目し、航空レーザ用写真地図データの画像接合部の著しいずれの有無
- 二 水部ポリゴンデータの取得漏れの有無
- 三 水部ポリゴンデータ接合の良否
- 四 欠測率の良否

第7節 オリジナルデータの作成

(オリジナルデータの作成)

第333条 「オリジナルデータの作成」とは、三次元計測データから調整用基準点成果を用いて点検・調整した三次元座標データを作成する作業をいう。

2 調整用基準点と三次元計測データとの較差の平均値の絶対値が25センチメートル以上の場合は、地域全体について補正を行うものとする。

3 補正処理は、地域全体の三次元データの標高値を上下の一律シフトの平行移動による補正とする。

(オリジナルデータの点検)

第334条 オリジナルデータの点検は、オリジナルデータ作成の補正前及び補正後において行い、作業の終了時において再点検を行うものとする。

2 補正を行いオリジナルデータを作成した場合は、補正後の較差の平均値と標準偏差が許容範囲内であるかを調整用基準点残差表により点検するものとする。

第8節 グラウンドデータの作成

(グラウンドデータの作成)

第335条 「グラウンドデータの作成」とは、オリジナルデータからフィルタリング処理により地表面の三次元座標データを作成する作業をいう。

2 グラウンドデータは、作業地域の外周を格子間隔の10倍以上の距離を延伸した範囲について作成するものとする。

3 「フィルタリング」とは、地表面以外のデータを取り除く作業をいう。対象項目は、次表を標準とする。

交通施設	道路施設等	道路橋（長さ5m以上）、高架橋、横断歩道橋照明灯、信号灯、道路情報板等
	鉄道施設	鉄道橋（長さ5m以上）、高架橋（モノレールの高架橋含む）、跨線橋、プラットホーム、プラットホーム上屋、架線支柱、信号灯支柱
	移動体	駐車車両、鉄道車両、船舶
建物等	建物及び附属施設等	一般住宅、工場、倉庫、公共施設、駅舎、無壁舎、温室、ビニールハウス、競技場のスタンド、門、プール（土台部分含む）、へい
小物体		記念碑、鳥居、貯水槽、肥料槽、給水塔、起重機、煙突、高塔、電波塔、灯台、灯標、輸送管（地上、空間）、送電線
水部等	水部に関する構造物	浮き桟橋、水位観測施設、河川表示板
植生		樹木 ^{※1} 、竹林 ^{※1} 、生垣 ^{※1}
その他	その他	大規模な改変工事中の地域 ^{※2} 、地下鉄工事等の開削部、資材置場等の材料、資材
備考		※1 地表面として、判断できる部分は可能な限り採用するものとする。 ※2 地表面として、ほぼ恒久的であると判断できるものは採用するものとする。

4 大規模な地表遮蔽部分のフィルタリングにおいて、地形表現に不具合が生じる場合は、周囲のフィルタリングしていないグラウンドデータ等を用いて内挿補間を行うものとする。

(低密度ポリゴンデータの作成)

第336条 低密度ポリゴンデータは、フィルタリング結果を用いてグラウンドデータが低密度になった範囲を対象に作成するものとする。

2 「低密度」とは、オリジナルデータがフィルタリングによりまとまって除去された範囲をいう。

3 低密度の範囲は、第80条の数値地形図データの精度を満たせない箇所とし、等高線等の表示によって決定するものとする。

(既存データとの整合)

第337条 既存データとの整合は、既存データとグラウンドデータとの重複区間を設定して比較及び点検を行うものとする。

2 点検箇所は、調整用基準点及び地表遮蔽物の影響が少ないグラウンド、空き地、道路、公園等で平坦な箇所を対象とし、国土基本図区郭単位ごとに1箇所以上、1箇所あたりの計測数が100点以上存在

することを原則とする。

3 点検は、次のとおり行うものとする。

一 重複範囲内のグラウンドデータを平均化し比較する。

二 較差の平均値及び標準偏差を求める。

三 標準偏差が30センチメートル以上の場合は、オリジナルデータ等も考慮した原因を調査した上、再計算処理又は再計測等の是正措置を講じる。

四 既存データとしてグラウンドデータがない場合は、既存データのグリッドデータとの較差に代えることができる。

五 点検結果は、既存データ検証結果表に整理する。

(フィルタリング点検図の作成)

第338条 フィルタリング点検図は、フィルタリングが適切に行われたか否か、作成されたグラウンドデータの異常の有無について点検するために作成するものとする。

2 フィルタリング点検図は、「航空レーザ用写真地図データ及び等高線データの重ね合せ図」及び「航空レーザ用写真地図データ、オリジナルデータ、水部ポリゴン及び低密度ポリゴンの重ね合せ図」の2種類を作成するものとする。ただし、航空レーザ用写真地図データが作成されていない場合は、航空レーザ用写真地図データに代えてオリジナルデータから作成された陰影段彩図等とすることができる。

3 フィルタリング点検図は、国土基本図図郭単位で作成するものとする。

4 フィルタリング点検図は、格子間隔の地図情報レベルに対応した縮尺で出力するものとする。

5 「航空レーザ用写真地図データ及び等高線データの重ね合せ図」における等高線の間隔及び色区分は、次表を標準とする。また、計曲線には等高線データ数値を付加し、凹地については凹地記号をそれぞれ付加するものとする。

等高線種類	間 隔	色 区 分
計 曲 線	5 m	黄 色
主 曲 線	1 m	赤 色

6 「航空レーザ用写真地図データ、オリジナルデータ、水部ポリゴン及び低密度ポリゴンの重ね合せ図」における色区分は、次表を標準とする。

項 目	色 区 分
オリジナルデータでグラウンドデータとして採用された点	赤 色
オリジナルデータでフィルタリングにより削除された点	黄 色
水部ポリゴンの境界線	紺 色
低密度ポリゴンの境界線	緑 色

7 フィルタリング点検図は、図郭から格子間隔の10倍以上の距離を延伸した範囲について作成するものとする。

(フィルタリングの点検)

第339条 フィルタリングの点検は、フィルタリング点検図を用いて次の各号について行うものとする。

一 第335条第3項に規定するフィルタリング対象項目のオリジナルデータ採否の適否

二 水部ポリゴン範囲の適否

三 低密度ポリゴン範囲の適否

2 フィルタリングについて、点検測量を全体の5パーセント実施するものとする。

3 フィルタリングの良否の判断が困難な場合は、図形編集装置を用いた断面表現等により点検するものとする。

第9節 グリッドデータの作成

(グリッドデータの作成)

第340条 「グリッドデータの作成」とは、グラウンドデータから内挿補間により格子状の標高データを作成する作業をいう。

2 グリッドデータの標高値の精度は、次表を標準とする。

項 目	標高値(標準偏差)
格子間隔内にグラウンドデータがある場合	0.3m以内
格子間隔内にグラウンドデータがない場合	2.0m以内

3 グリッドデータは、国土基本図図郭単位で作成するものとする。

4 グリッドデータへの標高値内挿補間法は、地形形状並びにグリッドデータの使用目的及びグラウンドデータの密度を考慮し、T I N、最近隣法を用いることを標準とする。ただし、データの欠損が多い箇所については、K r i g i n g法により内挿補間することができるものとする。

5 グリッドデータの各点については、必要に応じてフィルタリング状況又は水部状況を表す属性を付与するものとする。

6 グリッドデータにおける標高値は、0.1メートル位とする。

(グリッドデータ点検図の作成)

第341条 グリッドデータ点検図は、作成されたグリッドデータに異常がないか及び隣接図との接合が適切に行われているかを点検するために作成するものとする。

2 グリッドデータの点検を図形編集装置により行う場合には、グリッドデータ点検図作成を省略することができる。

3 グリッドデータ点検図は、国土基本図図郭単位に作成された陰影段彩図を標準とし、低密度ポリゴンの境界線を重ね合わせて表示するものとする。

4 陰影段彩図は、地図情報レベル5000から10000を標準として作成するものとする。

5 作業地域に隣接して既存データが存在する場合は、作業地域の外周に格子間隔の10倍以上の距離を延伸した範囲について作成することを標準とする。

(グリッドデータの点検)

第342条 グリッドデータの点検は、グリッドデータ点検図又は図形編集装置を用いて次の各号について行うものとする。

- 一 所定の格子間隔等の適否
- 二 標高値の誤記及び脱落
- 三 水部の範囲
- 四 低密度の範囲
- 五 接合の良否

第10節 等高線データの作成

(等高線データの作成)

第343条 「等高線データの作成」とは、グラウンドデータ又はグリッドデータから自動生成により等高線データを作成する作業をいう。

2 等高線データの作成は、次のとおりとする。

- 一 等高線データは、国土基本図図郭単位で作成するものとする。
- 二 グラウンドデータ又はグリッドデータの間隔は、次表を標準とする。なお、グラウンドデータ及びグリッドデータは、作業地域の外周を格子間隔の10倍以上の距離を延伸した範囲のものを使用することとする。

地図情報 レベル	主曲線	計曲線	グラウンドデータ、グリッドデータ		
			約1m	約2m	約5m
500	1m	5m	○	—	—
1000	1m	5m	○	—	—
2500	2m	10m	○	○	—
5000	5m	25m	○	○	○

(等高線データの点検)

第344条 等高線データの点検は、図形編集装置、出力図等を用いて行うものとする。

2 点検内容は、次のとおりとする。

- 一 等高線データの誤記及び脱落
- 二 等高線データ形状の良否

第11節 数値地形図データファイルの作成

(要旨)

第345条 本節において「数値地形図データファイルの作成」とは、製品仕様書に従って数値地形図データファイルを作成し、電磁的記録媒体に記録する作業をいう。

2 本節において数値地形図データファイルは、次の各号のとおりとする。

- 一 オリジナルデータ
- 二 グラウンドデータ
- 三 グリッドデータ
- 四 水部ポリゴンの境界線
- 五 低密度ポリゴンの境界線
- 六 航空レーザ用写真地図データ
- 七 位置情報ファイル
- 八 等高線データ
- 九 格納データリスト

第12節 品質評価

(品質評価)

第346条 数値地形図データファイルの品質評価は、第44条の規定を準用する。

第13節 成果等の整理

(メタデータの作成)

第347条 数値地形図データファイルのメタデータの作成は、第45条の規定を準用する。

(成果等)

第348条 成果等は、次の各号のとおりとする。

- 一 数値地形図データファイル
- 二 作業記録
- 三 精度管理表
- 四 品質評価表
- 五 メタデータ
- 六 その他の資料

資料 7 その他の資料・情報

資料 7-1 各河川の現状と構造物対策のまとめ

資料 7-2 東部タイ地域における洪水による道路の被災

資料 7-1 各河川の現状と構造物対策のまとめ


<p>1. ラル・バカイア川 (Lal-Bakeya River)</p>
<p>概要</p> <p>ラル・バカイア川はチュリア山地に発し、左支川ラル川と右支川バカイア川を合わせて流下してインドに入る。インド国境までの流路長は約 80 km である。タイでは兩岸に築堤されており、護岸・水制などの河岸浸食対策が整備されている。これらの構造物対策はインドとネパールの資金により建設された。</p> <p>ビルガンジ (Birganji) ~カダルハナ (Kadarhana) 間の地方道の橋梁には上流左右岸に導流堤が築堤され、同橋梁上流側の導流堤水衝部には河岸浸食対策として護岸と水制が設置されている (図 1)。護岸は捨石・鉄線籠 (図 2)、水制は粗い目のネットで覆った土嚢 (図 3) を用いている。水制と水制の間での土砂堆積を促進するために河床には竹棒が差し込まれ (バンブーパイリング)、粗朶が置かれ、土砂の堆積効果を發揮している (図 4)。このように河川管理事務所の技術者は粗朶など現地で得られる資材を用いて河岸浸食対策を施工している。導流堤と堤防には鉄線籠による護岸が整備されている (図 5)。</p> <p>(大型水制の構造)</p> <p>大型水制の標準的構造として長さが 275m の水制の場合、先端部 85m は盛土+鉄線籠による護岸、中間部 90m は盛り土+捨て石による護岸、基部 100m は盛り土のみ、とされている。</p>
<p>問題点</p> <p>問題として、地質的に脆弱な上流チュリア山地から流送される土砂が河床に堆積し、河積が阻害されており、気候変動による影響を合わせて洪水が起こり易くなっている。今年 2019 年 7 月洪水では左岸堤で 2 か所越水があり、破堤した。破堤箇所のうち、一カ所についてはすでに補修済である (図 6)。破堤した部分は鉄線籠と土嚢を利用し、その破堤した上下流には合計 5 本の鉄線籠による水制が設置されている (図 7、8)。限られた予算の中で、現地資材の利用によりできる限りの構造物対策が実施されている (図 9)。残る一カ所は補修中である (図 10、11)。河川側 (堤外地) と集落側 (堤内地) との地盤高の差は目視では約 2~3m であり、このままの状況が続くと破堤のリスクがますます高まることとなる (図 12)。</p>
<p>現況 (図 1~12 は 2019 年 9 月 15 日に調査団撮影)</p>
 <p>※矢印は河の流れを示している (以下同)。</p> <p>図 1 ラル・バカイア川右岸導流堤の水衝部に設置された護岸と水制 上図はビルガンジ~カダルハナ地方道路の橋梁上から撮影。護岸は河岸の浸食を防止し、水制間の河床には土砂が堆積し、それぞれの機能を果たしている。</p>



図 2 鉄線籠で造られた護岸①
橋梁の上流河岸は護岸によって侵食から守られている。



図 3 土嚢とネットによる水制
水制により河岸は侵食から守られている。鉄線籠工の玉石が不足しており、代替材として耐紫外線土嚢が使用されている。



図 4 水制の間に設置された竹と粗朶
水制の間には土砂が堆積しており、河岸侵食対策の機能を果たしている。



図 5 鉄線籠で造られた護岸②
橋梁取付道路から撮影。

洗堀深さは 4~5m

破堤箇所を約 30m にわたって補修



図 6 補修中の下流左岸堤防
橋梁の下流左岸堤防部分が 2019 年 7 月の洪水で越流して破堤した。土嚢と鉄線籠で補修されている。



図7 鉄線籠で造られた水制①
破堤箇所の下流側に2基設置されている。



図8 鉄線籠で造られた水制②
破堤箇所の上流側に設置されている。

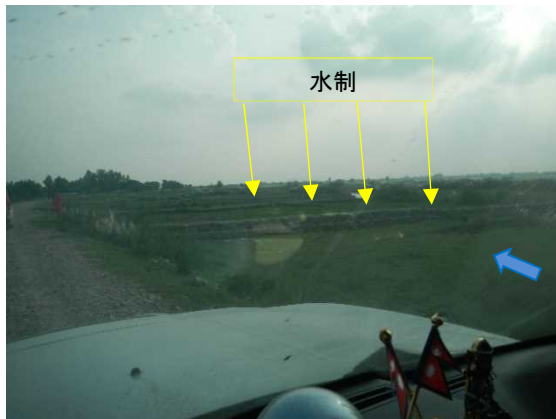


図9 鉄線籠で造られた水制③
左岸堤防に沿って一連の水制が100mにわたって設置されており、水制の間の河床に土砂が堆積して水田化されている。



図10 準備中の土囊
決壊した堤防箇所(図11)を補修するために準備されている。



図11 補修中の左岸堤防
2019年7月に洪水越流によって、Rauthat districtのKarniya村付近の左岸堤防が50mにわたって決壊したため、土囊とネットで補修中。



図 12 周辺農地より、土砂堆積により高くなった河道
洪水時には堤防を越流するリスクが増加している。

2. バグマティ川

概要

バグマティ川はヒマラヤ山脈からマハラバート山地とチュリア山地を横断してタライを南下してインドに入る。ガンジス川までの流路長は 593km、このうちネパール国内の流路長は約 175km である。タライ地方では両岸が築堤され、水衝部には水制と護岸が整備されている。これらの構造物はインドとネパールの資金によってバグマティ川改修事業として建設された。この事業は、1994 年の Ganga Flood Control Committee of India での合意にもとづき、建設が 2000 年に開始され、2018 年に完成した。堤防の延長は左岸 4km、右岸 33km、堤防の堤外側法面の水衝部には捨石・鉄線籠による護岸・水制が整備されている（図 13）。長さ 320m の水制という日本でも見られない大規模な構造物も含まれている（図 14）。

問題点

1) 河床の上昇

バグマティ川でも上流山地からの土砂流下により河床の上昇が顕著である。2019 年の洪水では水位は堤防天端に達し、大型水制が流失した（図 15）。

現在問題となっているのは、インド国境のすぐ下流に存在する鉄道橋と、その直下流に鉄道と並行に建設されている道路橋の橋長が流量に比べてともに不十分であり、橋梁取付部分の盛土構造が河積を阻害して土砂の流下を妨げていることである。ここでは河床の上昇が顕著で洪水による堤防の越流と破堤が危惧され、ネパールでは行政と住民の双方から問題視されている。

2) 内水被害

ネパール国内での右岸堤内からの内水は右岸堤に沿って流下してインド国内に流入する。インド国境にはインドの鉄道が東西に敷設されているが、その鉄道盛り土がネパール国内からの氾濫内水を阻害し、その上流側に湛水している。堤防には堤内から河川側への排水施設（カルバートなど）がないのでインド領内では内水被害が生じている。その解決案が 2019 年 8 月にインド側から提案された。その内容はネパール側で、右岸堤防に排水のための樋管を建設することである。一方ネパール側からは、インド側に存在する旧河道を利用して排水する案を提案した。現在協議中である。

3) 背水被害

インド国境付近のネパール側ではバグマティ川の支川であるマヌスマラ川、ジャハイ川などで、本川からの背水の影響で洪水被害が発生している。

4) 川幅の不足

インド国境から上流へ 30 km 地点では川幅が狭い。流量に比較して河道断面積が不足している。このネパール水害管理部は対応のために調査を計画している。

現況（図 13~15 は 2019 年 9 月 15 日に調査団撮影）



図 13 バグマティ川改修事業

バグマティ川改修事業は、1994 年の合意によりインドとネパールの資金によって実施された。建設は 2000 年に開始され、2018 年に完成した。



図 14 右岸に建設された水制

この水制は建設後 32 年が経過し、上流側水制との間に土砂が堆積して、農地として利用されている。

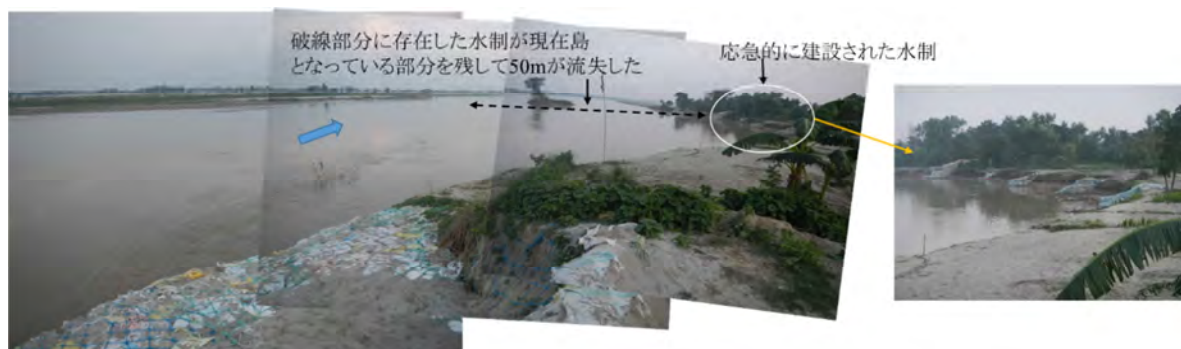


図 15 2019 年 7 月洪水によって流失した水制

2019 年 7 月洪水によって、インド国境より約 3 km の右岸水制が流失した。撮影位置前面の水深は 6~7.5m。2019 年 7 月洪水時には水位は堤防天端に達した。

3. ラカンディ川 (Lakhandy River)

バグマティ川の東側を流下する。河岸浸食対策として鉄線籠による水制が整備されている。

4. パサハ川 (Pasaha River)

2016年に堤防が決壊した。その被害は建設中のポスタルハイウェイ (Postal High Way) にも及んだ。

5. カンド川 (Khando River)

河床への土砂堆積のために洪水のリスクが高まっており、新たにインド資金により改修する計画がある。

6. カマラ川 (Kamala River)

河川の濁度が高く、土砂濃度が高いことが推測できる。両岸に築堤されている。橋梁上下流には張りブロックによる護岸が整備されている。河床が周辺農地より高くなっている (図 16、17)。

現況 (図 16~17 は 2019 年 9 月 16 日に調査団撮影)



図 16 右岸堤防に設置された護岸
河川水の濁度が高く、土砂濃度が高いことが推察される。



図 17 上昇した河床
堤防 (写真中央) を挟み、農地 (写真右側) より河床 (写真左側) が上昇している。

7. カラック川 (Kharak Khola River)

東西ハイウェイの橋梁左岸上流の取付道路盛土の水衝部に水制と護岸が設置されている。河岸浸食に対して効果的に配置されており、構造も適切であると考えられる (図 18、19)。この川でも河床が上昇している (図 20)。

現況(図 18~19 は、2019 年 9 月 16 日に調査団撮影)



図 18 鉄線籠による 2 重に設置された護岸、及び鉄線籠による水制
東西ハイウェイ橋梁上より撮影。同ハイウェイの橋梁の取付道路盛土の水衝部に護岸が設置されており、さらにその上流にも鉄線籠による水制が設置されている。



図 19 3 基の 2 段積み水制
上流左岸に建設されており、1 段目は堆砂に埋まっている。



図 20 同橋梁下流側河床
土砂が堆積している様子。

8. マウハリ川

東西ハイウェイ橋梁地点では、橋脚のフーチングが露出していて、河床の上昇は認められなかった。

9. マウハリ川よりさらに東に東西ハイウェイを進んだバルハマ (Barhamha) 先の川 (河川名不明)

東西ハイウェイの橋梁地点では、橋脚フーチングが見えず、桁下高も低いことから、河床が上昇していることが想定される (図 21)。

現況 (図 21 は 2019 年 9 月 16 日に調査団撮影)



図 21 上昇した河床

マウハリ川よりさらに東に東西ハイウェイを進んだバルハマ (Barhamha) 先の川の様子。河床が上昇して橋脚フーチングが埋没しており、桁下高が狭くなっている。

10. コシ川 (Koshi River)

概要

コシ川は源流をチベットに発し、ネパールを経てインドのガンジス川に合流する。流域面積は 87,481km² (日本の国土面積の 24%) であり、そのうちの 23% がネパール国内に存在する。

コシ川取水堰～上流 4km 地点までの両岸には堤防と護岸、水制が整備されている (図 22、23)。長さ 200m を超える大型な水制が多く建設されている。この区間の年間平均流量は 2166m³/sec、計画高水流量は 27,014m³/sec とされている。近年の最大規模の洪水は、1954 年 8 月 24 日に発生しており、その流量は 24,200m³/sec であった。この当時は両岸に堤防がなく、周辺地域に激甚な被害が発生した。計画高水流量はこの時の洪水流量を上回っている。インド国境に建設されたコシ河取水堰と上流 40km までの河道改修はすべてインド政府予算により実施されている。コシ川はインドの管理下にある。堰建設と河道改修はこれまで以下のようなスケジュールで行われた。

<コシ河改修と取水堰建設の歴史>

1959 年：堤防完成

1962 年：取水堰完成

1965 年：取水堰運用開始。取水堰からの水資源はすべてインドにより利用される。

1966 年：インド政府による取水堰とネパール国内のコシ川管理の開始。インド政府による管理期間は 199 年間、2165 年までとされている。

ネパール政府は上流 4km 地点から上流を管理している。ネパール政府のコシ川・バクラハ河川管理事務所は 4km から上流部分について MP を今年中に策定する予定である。この MP は小規模な河岸浸食防止対策の計画策定が中心となっている。

問題点

河床の上昇が問題となっている (図 24、25)。コシ川は世界で 2 番目に土砂堆積が激しい河

川である。流域の平均土壌侵食速度は $2,477\text{t}/\text{km}^2/\text{yr}$ である。土砂はコシ川からガンジス河を通してバングラデシュ内を流れ、ベンガル湾に注ぎ、その河口に新しい島、New Mule 島が形成されている。コシ堰橋の 500m 上流の河床高は、コシ堰橋面よりも標高が高くなっている。ネパール国内でのインドによる管理区間では、河床は堤内地盤高より目視では 5m 以上高くなっており、それだけ洪水による堤防の越流・破堤のリスクが増大しているといえる。

コシ川は 18 世紀よりタライ地域で河道の変遷を繰り返す不安定な河川であった。これを堤防で固定したために従来扇状地に分散されていた土砂が河床に集中的に堆積していると考えられる。

現況(図 22~25 は 2019 年 9 月 17 日に調査団撮影)



図 22 河岸に設置されている水制①
左岸堤防より撮影。上図のような水制が途切れることなく両岸に連続して設置されている。



図 23 河岸に設置されている水制②



図 24 河川より低い堤内地

画面左の堤内地は画面右の河床より低く、コシ川左岸堤から堤内外の標高差を視認できる。



図 25 河川より低い道路

画面左の河床は画面右の道路よりも高い。

11. コシ川 40 kmより上流域、バクラハ川 (Bakraha River)、ドムシュ・バクラハ川 (Domsh Bakraha River)、ホアンドラ川 (Hohandra River)、チサン川 (Chisan River) の 5 河川

概要

これらの 5 河川はコシ川・バクラハ川管理事務所が所管している。このうち、バクラハ川では築堤が完成したが、ドムシュ・バクラハ川、ホアンドラ川、チサン川については河川が未改修で無堤であり、築堤・護岸の整備が必要とされている。一方コシ川の 40 km 上流部分においては掘り込み河道となっており、築堤の必要はない。これらの河川では、河岸が侵食された場合、緊急的には鉄線籠による護床・護岸とバンブーパイリングによる対策を実施している。

以上 5 河川に関し侵食対策のための小規模 MP を作成している。水制、護岸を鉄線籠で建設する。

課題

同 5 河川では、山岳地域では掘り込み河道となっており、築堤の必要はない。最大の問題は扇状地より下流における河床上昇である。また河川の流路が不安定で、そのために河岸の侵食が発生しており、この対策が必要となっている。しかしその対策は予算面から小規模となっている。

築堤されている河川では、河床が堤内地盤よりも高い。河床に土砂が堆積するので通水断面積が減少し、洪水が堤防を越流して破堤するリスクが高くなっている。バクラハ (Bakraha) 川では 3 段 $h=3m$ の鉄線籠水制が建設後 12 年で河床に埋没した。今後河床はさらに上昇するのは必至と河川管理事務所長は危惧している。

資料 7-2 東部タライ地域における洪水による道路の被災

1. 東部タライ地域における 2019 年 7 月洪水による道路の被災（図 1～8 は 2019 年 8 月 4～5 日に道路局撮影）



※矢印は河の流れを示している（以下同）。

図 1 Rajabiraj ~ Kunali における盛土被災（Province 2、Saptari の Tilathi 村近辺）

道路下に建設された樋管の断面積が不足していたため、写真左側からの洪水が盛土に阻害されて水位が上昇、道路盛土を越流して盛土が侵食を受けた。



図 2 Janakpur ~ Yadukuha における取付道路盛土の被災（Province 2）

河道に張り出て建設された取り付け道路が洪水を阻害して侵食された。上図の矢印は洪水によって侵食された盛土を示している。



図 3 Bagmati ~Aruwa における盛土と舗装の被災（Rautahat）

道路の盛土が洪水を阻害し越流されて被災した。上図の矢印は洪水が道路を越流して、舗装を破損した様子を示している。



図 4 Janakpur ~ Kaptol Kamala における盛土被害 (Province 2) ①

カルバートの断面積不足により上流水位が上昇、越流して盛土が被災した。赤色破線は流失した道路盛土部分を示している。



図 5 Janakpur ~ Kaptol Kamala における盛土被害 (Province 2) ②

道路の盛土の復旧にあたっては、盛土下にカルバートを新設するなどして洪水の流れを阻害しない工夫が必要となる。赤色破線は流失した道路盛土部分を示している。



図 6 Bagamati ~ Aruwa における舗装の被災①

洪水を阻害して越流され、舗装が損壊した。上図の矢印は越流した洪水の流れを示す。



図 7 Bagamati ~ Aruwa における舗装の被災②

大臣及び道路局長一行がこの状況を視察した。



2. 東部テライ地域の東西ハイウェイにおける道路盛土による排水阻害の状況（図9～10は2019年9月16日調査団撮影）



図9及び図10の右側（上流側）の排水は道路盛土に阻害されて、左側（下流側）に流下できずに湛水している。洪水時には上流側の水位が上昇して道路盛土を越流するリスクが生じる。洪水規模とその発生場所によっては、舗装と盛土が被災する可能性がある。