

タジキスタン共和国

エネルギー水資源省（MoEWR）

タジキスタン電力公社（BT）

タジキスタン共和国
ドウシャンベ 変電所整備計画
準備調査報告書
(先行公開版)

2017年4月

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

株式会社アジア共同設計コンサルタント

産公
JR(先)
17-019

要 約

要 約

① 国の概要

タジキスタン共和国（以下「タジキスタン」という）は中央アジアに位置し、アフガニスタン、ウズベキスタン、キルギス、中国と国境を接し、古くからユーラシア大陸高原地帯横断路の中継地の一つとなっている。国土面積は14万3,100km²（日本の約4割の広さ）で、国土の約94%を山岳地帯が占めており、その半分以上が標高3,000mを超えている。

ソ連邦崩壊後の1991年に独立し2016年に独立25周年を迎えた。この間、内戦による経済活動の停滞期はあるものの、1997年の内戦終結後は、年平均経済成長率が8.6%と経済活動に力強い進展がみられる。綿花栽培を始めとする農業が経済・雇用における最大の分野であり、就労者の65%が農業に従事している。工業分野では豊富な水力発電の低廉な電力を活用したアルミニウム精錬が主で、生産されたアルミニウムは綿花とともに主要輸出品となっている。

人口は1990年の530万人から2015年には867万人に増加しているが、内戦で低下した生活水準の向上は遅れ、旧ソ連邦の中では最も生活水準が低い国と言われている。

タジキスタンは山岳地帯の豊富な雪解け水と流域一帯への降雨を利用した世界有数の水力発電ポテンシャルを有しており、電力供給力の94%が大・中規模水力発電所（8地点11基）と小水力発電所（300程度）から生み出されている。残りは、3ヶ所の熱電併給火力発電所である。水力発電による年間の発電電力量は、2012年の一次エネルギー供給量の64%を占め、74%という高い一次エネルギー国産化率に貢献している。

しかしながら、水力発電は冬季に雪解け水の減少と流域河川の凍結による出水率の低下により発電量が減少するため、暖房で増加する冬季の旺盛な電力需要を賄うには、火力発電では減少分を補いきれず、冬季の計画停電を余儀なくされる原因となっている。

以前は、冬季の水力発電の減少量は、地域間電力融通によりウズベキスタンの火力発電所の電力により補っていたが、2009年の電力融通停止以降、冬季の電力不足に拍車がかかっている。

また、ウズベキスタンからの天然ガスの供給に依存した地域熱供給システムは、2013年のウズベキスタンからのパイプラインの運用停止により影響を受け、熱源は電気暖房、石炭、木材等に変わり、特に低廉な電気料金が原因の1つと考えられる電気暖房への転換は、冬季の発電電力量の低下と相俟って、深刻な電力不足を招く原因の1つになっている。

一方、欧米諸国に比べ高くなっている電力損失を低減することが新たなエネルギー源になるとの見方があり、電力系統の効率的運用と効率の低い老朽設備の更新とともに、需要サイドでの省エネルギー・節電意識の高揚などの取り組みがはじまっている。

② 首都ドゥシャンベ及びプロジェクトサイトの概要

首都ドゥシャンベは、政治・経済・社会の中枢を担う都市として、首都機能の整備・強化が進められるとともに、人口流入による都市化が急速に拡大しており、それに伴うさまざまな課題への迅速な対応が求められている。

ドゥシャンベの電力供給の対象は、4つの主要街区の住居と業務用ビル、工場及び郊外地域の工場及び個人住宅などであり、4つの主要街区に政府、官公庁、教育、医療、企業など政治、経済、社会生活に必要な重要機関・施設が集中している。首都の人口は2016年において80万人であり、年平均の人口増加率は2.5%程度となっている。

ドゥシャンベは重要需要家が多いこと、電力需要密度が高いことなどから、冬季の計画停電はなく優遇されているが、都市部での生活は電力依存が進んでおり、夏季の3倍にもなる冬季のピーク需要への不安定な電力供給の影響は避けられない状況となっている。

③ 電力セクターの現状及び課題

タジキスタンの電気事業を含むエネルギー政策を所管する省庁は、エネルギー政策と関連法制の立案・整備、政策の実行を行うエネルギー水資源省であり、本事業の責任省庁となる。

タジキスタンの電気事業は、エネルギー水資源省の所管のもと、タジキスタン電力公社（Open Joint Stock Holding Company “Barki Tojik”、以下「BT」という）がほぼ独占的に運営しており、本事業の実施機関はBTとなる。

同社は発電設備・電力流通設備（送電・変電・配電）の所有と設備運用及び電力小売を一貫して行う株式会社で、熱電併給火力発電所からの地域熱供給事業も行っている。株式は国が100%保有し、子会社として配電会社、保守サービス会社などがあり、持ち株会社としてグループを形成している。

公益的使命を帯びた電力会社にとって、経済の発展と社会生活の向上に不可欠な、低廉な電力の安定供給、電力品質の向上、無電化地域の解消、エネルギー利用効率の向上、環境影響の軽減などは不可欠であるが、BTはこれらについて多くの課題を抱えている。また、多額の累積損や料金徴収率の低さなど財務体質面の課題もあり、厳しい経営状況となっている。

BTは財務・法律面で明確に国から分離された会社であるが、国はBTに同社が抱えるさまざまな課題を解決する経営改革を要請し、アジア開発銀行の支援で、2018年目途に経営改革プランを実行することが2011年秋に決定され、現在実施中である。

タジキスタンの電力系統は、500kVと220kVの基幹送電線により形成される。500kV送電線は北部系統と南部系統の連系、ドゥシャンベの東南部に位置する大規模水力電源からドゥシャンベ近郊への送電、キルギス、ウズベキスタンとの系統連系（ソ連邦時代に形成された地域間連系送電網「中央アジア電力システム」）のために形成されている。

220kV送電線は500kVと同様、水力発電所からの送電と系統連系機能（アフガニスタンとの連系含む）を持つとともに、供給信頼度を維持するための電力ネットワークの骨格を成している。

中央アジア電力システムを継承・発展させるものとして、CASA-1000（Central Asia South Asia Electricity Transmission and Trade Project）が設立された。

CASA-1000 プロジェクトは、キルギスとタジキスタンの豊富な水力電力を電力不足が深刻なパキスタンにアフガニスタンを経由して送電するもので、タジキスタンの Sangtuda からアフガニスタンの Kabul を経由しパキスタンの Peshawar までは、送電ロスが少ない 500kV の直流送電（HVDC：High Voltage DC Transmission Line）が計画されており、送電電力量が 1,300MW の世界的プロジェクトとなる。

2008 年にスタートしたプロジェクトは、現在、タジキスタンとパキスタンに設置される 2ヶ所の交直変換設備の入札が行われており、実現に向け大きく前進している。

タジキスタンの電力系統の内、需要地域に供給する地方系統は、220kV 基幹ネットワークから降圧された 110kV と 35kV 系統から構成され、配電用変電所で降圧され柱上変圧器や路上変圧器などに供給される配電電圧は 10kV,6kV となっている。

220kV 送電用変電所と配電用変電所、それらを結ぶ送電線及び配電線の設備は、ソ連邦時代に建設され更新されていないものが多く残っている。

電力の安定供給については、供給力不足による冬季の計画停電が、地方で継続して実施されている。都市部でも冬季には、急激な需要増に伴う設備過負荷により保護装置が働き、突発的に停電が発生する状況が起きている。こういった停電は経済・社会生活に大きな影響を及ぼしている。

また、停電発生頻度、電圧・周波数の維持などの電力品質は、送電・変電・配電の電力流通設備の信頼度に大きく影響されるが、年間を通じ設備事故に伴う停電、電圧の変動などは日常的に発生している。

電力流通設備への投資は、220kV送電線の新設と送電用変電所の改修が海外からの支援を含め実施されているが、重要施設の建設、再開発が急ピッチで進められ、急激に需要が増加している首都ドゥシャンベ中樞部における供給力と信頼度向上のための増強は、十分に行われているとは言えない。このため、中樞部に立地する老朽化した変電所の改修・増容量と需要密度の高い地域への新設変電所の立地は喫緊の課題と言える。

また、配電用変電所の供給力の増加は、タジキスタンが今後進めなければならない、老朽化が全体的に進んだ電力流通設備の中長期的な設備改修・増強計画において、周辺の変電所の負荷を軽くすることが契機となり、周辺の設備更新計画を確実なものとする効果があり、また、設備更新の進め方における技術向上の側面も持っている。

④ プロジェクトの背景、経緯及び概要

タジキスタン政府は係る状況を勘案し、首都の電力安定供給の強化とエネルギー利用効率の向上を図り、もって持続的な経済・社会発展に寄与するため、首都ドゥシャンベの老朽化した変電所の設備改修と増容量及び変電所の新設を目的とする、無償資金協力事業「タジキスタン共和国 ドゥシャンベ 変電所整備計画」を我が国に要請した。

この要請に対し、JICA は協力準備調査団を 2016 年 6 月 2 日から同年 7 月 7 日にタジキスタンに派遣し(第 1 次現地調査)、関係省庁・機関(責任省庁：エネルギー水資源省、実施機関：BT)と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、本計画サイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、本計画の必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書(案)に取りまとめた。また、JICA は 2017 年 1 月 9 日から 1 月 20 日まで概略設計概要説明調査団をタジキスタンに派遣し、協力対象事業(案)の説明及び協議を行い、同国関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果策定した協力対象事業は、BT が所有・運営するドゥシャンベ南西部に位置する「プロミシレンナヤ変電所」の全面的な設備取替と増容量、同市東部の政府機関が集中するラディオスタンツィヤ地区の BT が確保した用地に「ラディオスタンツィヤ変電所」を新設する事業である。

なお、当初の要請では、上記 2 ヶ所の他、ラディオスタンツィヤ地区に隣接するグラポチタント地区にも新設変電所(仮称グラポチタント変電所)を立地する計画が出されていたが、短期的な投資効果、事業費総額などの観点から評価し、優先度の高い上記 2 変電所が無償資金協力の対象となった。

既設プロミシレンナヤ変電所の改修・増容量は、2 台の主要変圧器を当該変電所供給エリアの今後の需要想定に基づき、既存の 110/35/10kV(容量：25/25/25MVA)から 110/35/10kV(40/20/40MVA)に増容量して取替えることとし、供給信頼度に直接関わってくる開閉器、変成器、避雷器、保護リレーなどは、品質が確認されている最新設備に取替える計画である。

なお、更新工事にあたっては、変電所の空スペースが限られていることから、現在の機器を撤去後に新しい機器を据付けざるを得ず、従って、母線はそのまま使用し、既存の機器を極力停止せずに運転しながら新しい機器に切替える手順と、安全に工期内に竣工させるための工夫が随所で必要となる。これに関しては、日本国における変電所の更新・増強工事の豊富な経験が活用できると考えられる。

新設するラディオスタンツィヤ変電所の立地点は、ドゥシャンベ川東側の大統領官邸やメインロードであるルダキ通り地区に近く、変電所用地は再開発地域の一面に BT が確保し、使用許可が下りている。

ラディオスタンツィヤ変電所から供給が予定されている地域は、周辺の変電所からの供給では地域の近年の人口や業務用・住宅用高層ビルの急増に伴う電力需要増加に対応できなくなっている。また、いずれの変電所も老朽化が進んでおり、また、遠方からの配電供給となり大統領官邸をはじめとする政府、官公庁、重要機関・施設に必要な電力供給の信

頼度を確保できにくくなっている。

従って、この地域の需要想定に基づき、110/35/10kV（40/20/20MVA）の変圧器2台を設置し、その他の設備についてはプロミシレンナヤ変電所と同様の設備形成とする計画である。

⑤ プロジェクトの工期及び概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表。本事業の工期は実施設計を含め、24ヶ月である。

⑥ プロジェクトの効果

本事業により配電用変電所から首都ドゥシャンベ中枢部への供給力が、50MVA から160MVA と3.2倍になることから、この地域の需要増への対応が十分可能である。

また、周辺変電所の過負荷状態が解消されることから、設備の過負荷に伴う停電が減少し供給信頼度が向上する。

重要地域への供給が信頼度の高い最新設備からの供給となることから、老朽設備の事故に伴う停電発生による供給信頼度の改善が図られ、首都機能の維持・強化に貢献するとともに、海外からの企業進出のためのインフラ評価に有利となる。

さらに、BTが電力流通設備の中長期的な設備改修・増強を計画する際は、本事業により周辺の変電所の負荷が軽くなり、周辺の設備更新が容易となる効果もある。

目 次

目次

要約	
目次／図表リスト	
位置図／完成予想図／写真	
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 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-10
1-1-3 社会経済状況	1-11
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-14
1-2-1 背景・経緯	1-14
1-2-2 概要	1-15
1-3 わが国の援助動向	1-16
1-3-1 我が国の援助方針	1-16
1-3-2 無償資金協力（電力セクター）	1-17
1-4 他ドナーの援助動向	1-17
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクト実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 BTの財務状況	2-6
2-1-3 技術水準	2-9
2-1-4 既存施設・機材	2-9
2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況	2-11
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-11
2-2-2 自然環境	2-11
2-3 環境社会配慮	2-15
2-3-1 環境影響評価	2-15
2-3-2 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)	2-22
2-3-3 環境管理計画並びにモニタリング計画	2-28
2-3-4 ステークホルダー協議	2-30

2-3-5 環境関連の主な法令.....	2-32
2-3-6 気候変動緩和.....	2-33
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
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要.....	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-3
3-2-1 概略設計.....	3-3
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）	3-9
3-2-3 概略設計図.....	3-27
3-2-4 施工計画／調達計画.....	3-36
3-3 相手国側負担事業の概要	3-45
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-47
3-4-1 基本方針.....	3-47
3-4-2 日常点検と定期点検項目.....	3-47
3-4-3 予備品購入計画.....	3-48
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-46
3-5-1 協力対象事業の概略事業費.....	3-49
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-50
第4章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4-3 外部条件	4-2
4-4 プロジェクトの評価	4-2
4-4-1 妥当性.....	4-2
4-4-2 有効性.....	4-4

別添資料

別添 1. 調査団員・氏名	別添-1
別添 2. 調査工程	別添-5
別添 3. タジキスタン関係者リスト	別添-15
別添 4. 協議議事録(MD).....	別添-エラー! ブックマークが定義されていません。1
別添 5. 技術協議録(CN).....	別添-81
別添 6. 電力系統解析	別添-119
別添 7. ドウシャンベの配電系統	別添-137
別添 8. 電力系統解析データ	別添-149
別添 9. 輸送ルート	別添-175
別添 10. グラブナヤ・グラポチタント地中ケーブル検討結果.....	別添-179
別添 11. 地形測量結果報告書.....	別添-185
別添 12. 地質調査結果報告書	別添-191
別添 13. タジキスタンの税金種別	別添-197

図 表 目 次

図 1-1 最終エネルギー消費の推移	1-1
図 1-2 一次エネルギー供給の推移	1-2
図 1-3 年間の電力消費量変化	1-4
図 1-4 タジキスタンの基幹系統	1-7
図 1-5 CASA-1000 プロジェクトの送電系統	1-8
図 2-1 エネルギー水資源省の組織図	2-2
図 2-2 BT の組織図	2-4
図 2-3 BT の組織改構想	2-5
図 2-4 ドウシャンベの年間気温・降水量推移	2-13
図 2-5 1970 年以降のマグニチュード 5 以上の地震発生状況	2-14
図 2-6 CEP (Committee for Environmental Protection : 環境保全委員会) 組織図	2-17
図 2-7 環境影響評価・低減に係る枠組み	2-22
図 2-8 環境許可取得プロセス	2-24
図 2-9 PCB 含有設備が無いことの証明書	2-26
図 3-1 プロミシレンナヤ変電所の設備状況	3-16
図 3-2 ラディオスタンツィヤ変電所予定地と周辺の状況	3-17
図 3-3 事業実施関係図	3-41
図 3-4 事業実施工程	3-44
図 3-5 送変電設備の維持管理	3-44
表 1-1 電力消費量の推移	1-4
表 1-2 主要社会情報	1-12
表 1-3 主要社会経済指標の推移	1-13
表 1-4 タジキスタンの人口及び実質 GDP の推移	1-13
表 1-5 タジキスタンの経済成長シナリオ	1-14
表 1-6 各ドナー支援金額	1-18
表 2-1 BT の損益計算書	2-6
表 2-2 需要種別別電気料金単価	2-8
表 2-3 BT の資産負債状況	2-9
表 2-4 プロミシレンナヤ変電所供給エリアの需要家数推移	2-10
表 2-5 プロミシレンナヤ変電所供給エリアの電力需要推移	2-10
表 2-6 事業概要	2-15
表 2-7 Decision No.253 に基づくプロジェクトの分類並びに Decision No.509 に基づく環 境影響評価の要求事項	2-23
表 2-8 提出文書リスト	2-25

表 2-9 廃棄物の適正処理方法	2-27
表 2-10 工事中の車両のタイヤ洗浄に関する対応計画	2-27
表 2-11 環境管理に関する対応計画ならびにモニタリング計画	2-29
表 2-12 主な環境関連の法令	2-32
表 2-13 TPP-1 と TPP-2 の諸元	2-33
表 2-14 ラディオスタンツィヤ変電所新設による CO ₂ 排出量削減	2-34
表 3-1 プロミシレンナヤ変電所の変更点	3-3
表 3-2 ラディオスタンツィヤ変電所の変更点	3-3
表 3-3 グラポチタント変電所及び関連するグラブナヤ変電所の変更点	3-3
表 3-4 プロミシレンナヤ変電所最大電力需要予測	3-4
表 3-5 電力需要量変化及び想定値	3-4
表 3-6 ラディオスタンツィヤ変電所の最大電力需要予測	3-5
表 3-7 ラディオスタンツィヤ変電所と接続が予定される他の変電所の需要家数と電力 需要量(kWh)変化	3-5
表 3-8 グラポチタント変電所の最大電力需要予測	3-6
表 3-9 グラポチタント変電所と接続が予定される他の変電他の変電所の需要家数と電 力需要量変化と負荷	3-6
表 3-10 電力系統解析の基本方針	3-10
表 3-11 短絡電流計算結果	3-11
表 3-12 プロミシレンナヤ変電所とラディオスタンツィヤ変電所	3-12
表 3-13 電圧感度計算結果	3-13
表 3-14 気象等・使用条件	3-19
表 3-15 主要機材リスト	3-22
表 3-16 概略設計図面リスト	3-27
表 3-17 タジキスタン共和国の税金種別	3-38
表 3-18 負担事項区分	3-38
表 3-19 請負業者側派遣技術者	3-42
表 3-20 タジキスタン側負担事項	3-45
表 3-21 標準的な変電設備機器の定期点検項目	3-48
表 3-22 日本側負担経費	3-49
表 3-23 タジキスタン側負担経費	3-49
表 4-1 定量的効果	4-5
表 4-2 ラディオスタンツィヤ変電所新設による CO ₂ 排出量削減	4-6
表 4-3 本事業による定性的効果	4-6

位 置 図



タジキスタン共和国全体図



プロジェクトサイト位置図



プロジェクトサイト周辺状況

ドウシャンベ市
行政地図



行政地区区分

完成予想図

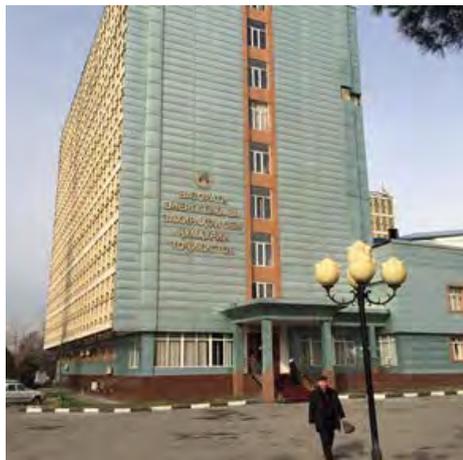


プロミシレンナヤ変電所鳥瞰図



ラディオスタンツィヤ変電所鳥瞰図

**調査対象地域の施設の現況
及び周辺の状況**



エネルギー水資源省（責任省庁）

本事業の責任省庁は、タジキスタン共和国のエネルギー政策を所管するエネルギー水資源省であり、既にCASA-1000（中央アジア・南アジア電力輸出入プロジェクト）を初めとする世界銀行、アジア開発銀行等の数多くのプロジェクトの経験を有する。本事業の実施に当たり、責任省庁として、本事業を管理する十分な能力を有している。



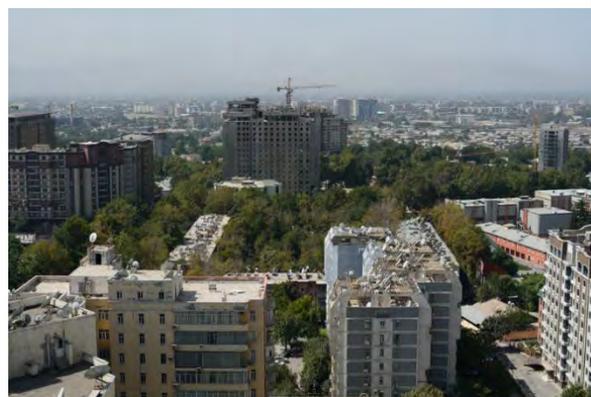
BT（実施機関）

本事業の実施機関は、タジキスタン共和国の送配電網を一貫して管轄するBTであり、1992年の設立以来、電力設備の運転・維持管理を行っており、運転維持管理能力は高い。本事業は、同国の社会経済を担う首都の電力供給を大幅に改善するものであり、先方の期待は極めて大きい。



大統領官邸・フラッグポール周辺の状況

首都ドゥシャンベ中心部は、大統領官邸・フラッグポールを中心に、数多くの政府機関が集中しており、近年の人口増加に対応して、業務用・住宅用ビルの高層化が急ピッチで進められている。そのため電力需要の大幅な増加を招いており、首都ドゥシャンベの電力供給容量アップは喫緊の課題。



首都ドゥシャンベ中心部の状況

首都ドゥシャンベ中心部では、至るところで業務用・住宅用ビルの高層化が急ピッチで進められており、電力需要が大幅に増加している。



ラディオスタンツィヤ変電所サイト周辺の状況

首都ドゥシャンベ中心部では、再開発が急ピッチで進められている。ラディオスタンツィヤ変電所サイト周辺でも、大規模な再開発が進行している。

ラディオスタンツィヤ変電所サイト

ラディオスタンツィヤ変電所サイトは、タジキスタン側負担で障害物撤去、整地を行った後、変電所新設工事（変電容量：40MVA×2台）を開始する。変電所新設により、首都ドゥシャンベ中心部の電力供給の信頼性・安定性が高められる。



既設プロミシレンナヤ変電所周辺の状況

首都ドゥシャンベでは、再開発に併せ、道路網の整備も急ピッチで進められている。首都ドゥシャンベからタジキスタンの北部地域と南部地域との道路網の整備も進められており、人・物資の移動量の増加は、首都ドゥシャンベの経済的・社会的な発展を促進させ、同時に、電力需要の増加にも繋がっている。既設プロミシレンナヤ変電所は、工場が数多く立地している首都ドゥシャンベの南西部地域を供給対象としており、工場の生産増や首都への移住者等による人口増に伴う電力需要の増加も著しい。

既設プロミシレンナヤ変電所周辺

既設プロミシレンナヤ変電所周辺には、アルミニウム工場、乳製品工場、お菓子工場等の数多くの工場が立地し、プロミシレンナヤ変電所から電力供給されている。写真の工場は、首都ドゥシャンベを中心に乳製品を出荷している乳製品工場である。



既設プロミシレンナヤ変電所

プロミシレンナヤ変電所をはじめとする電力流通設備の多くが、旧ソ連邦時代の 1960 年代に建設されたまま更新されておらず、設備の経年劣化が著しく運転維持管理にも支障をきたし電力安定供給のボトルネックとなっている。首都ドゥシャンベで数多くの工場が立地し、経済発展による電力需要が著しい周辺地域に電力を供給している既設プロミシレンナヤ変電所を増容量（25MVA され台→5MVA さ×2 台）して、ほぼ全面的に改修する本事業は、電力供給の信頼性・安定性を高めることができる。



ドゥシャンベ中央駅

タジキスタンでは、国内の物資の輸送能力を向上させるため、鉄道網整備が進められており、首都ドゥシャンベの玄関口であるドゥシャンベ中央駅から南部地域への 432km の路線を 2016 年 7 月 24 日に開通させた。隣の駅であるドゥシャンベ第 2 駅では、貨物取扱駅として本事業で鉄道輸送された機材を荷降ろしする。

フランス資本のショッピングセンター

首都ドゥシャンベでは、2016 年、大型ショッピングセンターが開業した。首都ドゥシャンベの人口増に呼応した開業でもあり、新規大型ビルの開業は、電力需要の増加を招いている。

略 語 表

略語	正式名	日本語
ACSR	Aluminum Conductor Steel Reinforced	鋼心アルミより線
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIS	Air Insulated Switchgear	空気絶縁開閉設備
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
AusAID	Australia Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
B/A	Banking Arrangement	銀行取り極め
BIG	Border International Working Group	国境管理支援ドナー国際ワーキンググループ
BM	Breakdown Maintenance	事後保全
BT	Barki Tojik	タジキスタン電力公社
CAPS	Central Asia Power System	中央アジア電力システム
CASA-1000	Central Asia South Asia Electricity Transmission and Trade Project	中央アジア・南アジア送電及び電力輸出入プロジェクト
CB	Circuit Breaker	遮断器
CBM	Condition Based Maintenance	状態基準保全
CEP	Committee for Environmental Protection of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国環境保全委員会
CG Meeting	Consultative Group Meeting	タジキスタン支援国会合
China Eximbank	Export-Import Bank of China	中国輸出入銀行
CIS	Commonwealth of Independent States	独立国家共同体
CN	Confirmation Note	技術協議録
CT	Current Transformer	電流変成器
CO ₂	Carbon Dioxide	二酸化炭素
COP	Conference of the Parties to the UNFCCC	気候変動枠組条約締約国会議
CV Cable	Crosslinked Polyethylene insulated PVC sheathed Cable	架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル
DAC	Development Assistance Committee	OECD（経済協力開発機構） 開発援助委員会
DCC	Donor Coordination Council	ドナー調整委員会
DFID	Department for International Development	英国国際開発省
DGR	Directional Ground Relay	方向地絡保護継電器
DMS	Distribution Management System	配電系統電圧安定化機能
DS	Disconnect Switch	断路器

EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EC	European Community	欧州共同体
EF	Emission Factor	排出係数
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EMS	Energy Management System	エネルギー管理システム
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EP	Environmental Permit	環境許可
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GBAO	Gorno-Badakhshan Autonomous Region	ゴルノ・バダフシャン自治州
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIS	Gas Insulated Switchgear	ガス絶縁開閉設備
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GOT	Government of Tajikistan	タジキスタン共和国政府
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GWP	Global Warming Potential	地球温暖化係数
HPP	Hydro Power Plant	水力発電所
HVDC	High Voltage Direct Current	高電圧直流
IAS	International Accounting Standards	国際会計基準
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IED	Intelligent Electronic Device	インテリジェント電子装置
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
INDC	Intended Nationally Determine Contributions	約束草案
IOM	International Organization for Migration	国際移住機関
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
2006 IPCC Guidelines	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories	気候変動に関する政府間パネルの国別温室効果ガス目録（インベントリ）のための 2006 年版ガイドライン
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者

IsDB	Islamic Development Bank	イスラム開発銀行
JCSS	Joint Country Support Strategy	共同支援戦略
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気規格調査会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JICA ESC Guidelines	JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations	JICA 環境社会配慮ガイドライン
KFAED	Kuwait Fund for Arab Economic Development	アラブ経済開発クウェート基金
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
kWh	kilowatt hour	キロワット時（電力量の単位）
LA	Lightning Arrestor	避雷器
LEE	Law on Ecological Expertise	環境保護法
LSIS	Living Standard Improvement Strategy of Tajikistan	タジキスタン生活水準向上戦略
M/D	Minutes of Discussions	協議議事録
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MoEDT	Ministry of Economic Development and Trade of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国経済開発・貿易省
MoEWR	Ministry of Energy and Water Resources of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国 エネルギー水資源省
MoF	Ministry of Finance of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国財務省
MoFA	Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国外務省
MoJ	Ministry of Justice of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国法務省
Mtoe	Million tonnes of oil equivalent	石油換算百万トン
MVA	Mega Volt Ampere	メガボルトアンペア（皮相電力の単位）
NBT	National Bank of Tajikistan	タジキスタン国立銀行
NCV	Net Calorific Value	低位発熱量
NDS	National Development Strategy	国家開発戦略
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OJSHC	Open Joint Stock Holding Company	公開型持株会社
O&M	Operation and Maintenance	運転・保守
OJT	On the Job Training	職場内訓練

ONAF	Oil Natural Air Forced	油入風冷式
ONAN	Oil Natural Air Natural	油入自冷式
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	石油輸出国機構
OPGW	Optical Ground Wire	光ファイバ複合架空地線
OSCE	Organization for Security and Co-operation in Europe	欧州安全保障協力機構
PC	Petersen Coil	消弧リアクトル
PCB	Poly Chlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル
PIC	Project Implementation Consultant	事業実施コンサルタント
PMR	Project Monitoring Report	事業進捗報告
POPs	Persistent Organic Pollutants	残留性有機汚染物質
PPA	Power Purchase Agreement	電力購入契約
PRS	Poverty Reduction Strategy	貧困削減戦略
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RCM	Reliability-Centered Maintenance	信頼性中心保全
REACT	Rapid Emergency Assessment and Coordination Team	即時緊急支援調整チーム
RRS	Region of Republican Subordination	共和国直轄地
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System	集中監視制御システム
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境影響評価
SECO	State Secretariat for Economic Affairs (Swiss Confederation)	スイス連邦経済省経済事務局
SF ₆	Sulfur Hexafluoride	六フッ化硫黄
SMEs	Small and Medium-sized Enterprises	中小企業
SS	Substation	変電所
SVC	Static Var Compensator	静止型無効電力補償装置
TAJSTAT	Agency on Statistics under President of the Republic of Tajikistan	タジキスタン共和国国家統計委員会
TBM	Time Based Maintenance	時間基準保全（定周期保全）
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TPP	Thermal Power Plant	火力発電所
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	ユネスコ（国連教育科学文化機関）

UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
UNMOT	UN Mission of Observers in Tajikistan	国連タジキスタン監視団
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VT	Voltage Transformer	電圧変成器
WB	World Bank	世界銀行
WDA	Welsh Development Agency	ウェールズ開発局（2006年廃止）
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) タジキスタン共和国のエネルギー事情

タジキスタン共和国（以下「タジキスタン」という。）は、ソ連邦崩壊後の1991年に独立し2016年に独立25周年を迎えた。この間、内戦による経済活動の停滞期はあるものの、1997年の内戦終結後は、年平均経済成長率が8.6%と経済活動に力強い進展がみられる。農業が経済・雇用における最大の分野であり、就労者の65%が農業に従事している。また、ロシアをはじめとする海外での就労者からの送金も経済にとって重要な位置づけとなっている。

2008年～2009年にかけての世界金融危機により、輸出や海外からの送金が影響を受けたが、主要輸出品の綿花とアルミニウムの値崩れが少なかったこともあり、大きな影響には至らなかった。人口は1990年の529.7万人から2015年には848.2万人に増加している。

このような発展に伴い、図1-1の最終エネルギー消費の推移に示すように、2002年～2012年までの10年間で最終エネルギー消費は約13.5%増加しているが、エネルギー消費量が増えた2007年から2008年の冬季には、エネルギー需要・供給の構造的な問題もあり深刻なエネルギー供給不足を招き、その後も継続している。

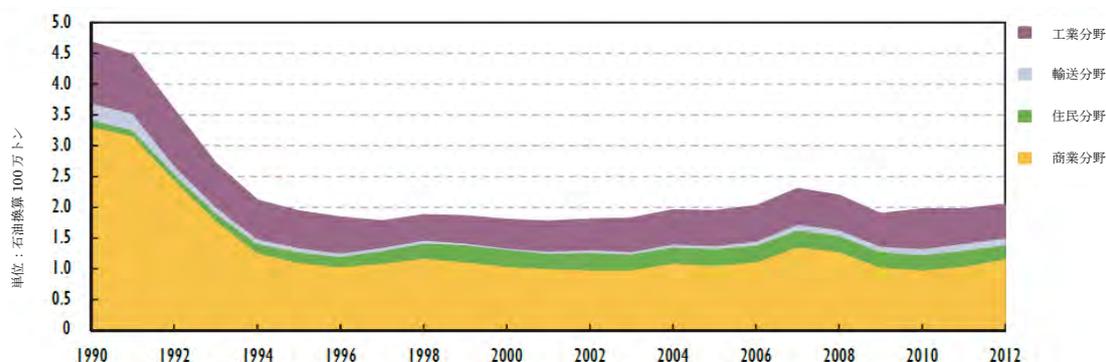


図 1-1 最終エネルギー消費の推移

出所：国際エネルギー機関（IEA）「Energy Policies Beyond IEA Countries」

エネルギー供給については、図1-2の一次エネルギー供給の推移に示すように、ここ10年で大きな変化があった。

タジキスタンは山岳地帯の豊富な雪解け水と流域一帯への降雨を利用した世界有数の水力発電ポテンシャルを有しており、これを利用した水力発電は一次エネルギー供給の64%（2012年）を占め、74%という高い一次エネルギー国産化率に貢献している。水力発電電力量は2002年からの10年間で11.4%増加したが、年間の発電電力量をみるとその年の自然条件（積雪・降雨量・気温その結果としての出水率）により変動している。なお、包蔵水力は世界で8番目の年間317TWh（3,170億kWh）で、1人当たりでは世界トッ

プラスとされている。

熱需要の主要エネルギー源は天然ガスであり、以前は主に隣国ウズベキスタンからパイプラインを通じ輸入されていたが、2008年以降輸入量は大きく減少し、2013年以降はパイプラインによる天然ガスの供給はストップしている。

化石燃料の内、石炭は国内で経済的に産出可能なエネルギー源で、2002年には僅かな量の産出であったが、工場における天然ガスから石炭への転換が進み、2012年には産出量が0.2Mtoeと100倍に増加している。なお、石炭の可採埋蔵量は4億トンとされているが、石油は200万トン程度である。

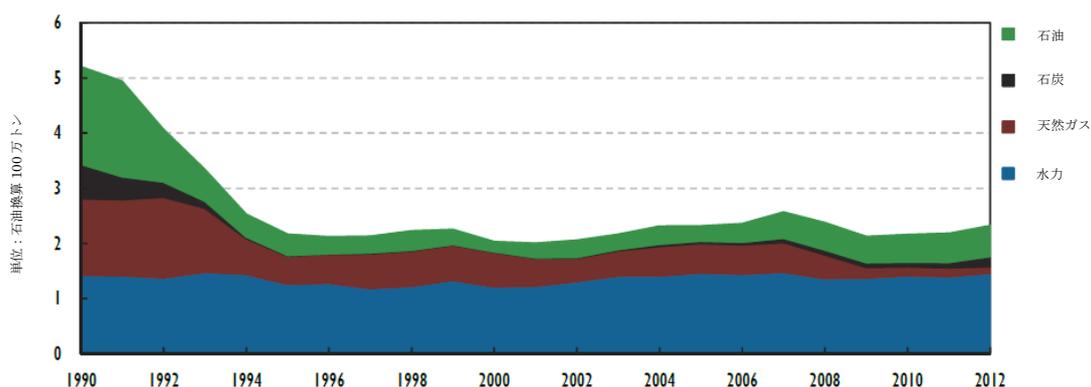


図 1-2 一次エネルギー供給の推移

出所：国際エネルギー機関（IEA）「Energy Policies Beyond IEA Countries」

再生可能エネルギーをみると、小水力の開発を後押しする法制度や電力会社による買取義務が2009年以降整備され、民間所有あるいは政府と共同所有の小水力発電所が2013年までに300程度建設され、総発電容量が132MWに達している。2020年までにさらに189地点が建設される計画である。

しかしながら、水力以外の再生可能エネルギーについては、年間280～330日晴天と言われる日射量を活用した太陽光発電をはじめ、風力、バイオマスなどの可能性があるが、いずれも経済性の面から関心が低い状況にある。

電力の輸出入という面で見ると、カザフスタン、キルギス、ウズベキスタンの送電網と連系した地域間電力連系線「中央アジア電力システム」（CAPS: Central Asia Power System）を利用した電力融通が、2002年には40億kWh（輸出入がほぼ同量、総発電電力量の25%程度）あったものが、2009年に連系線の運用が停止され、2012年には1億kWhに減少している。一方、2012年にアフガニスタンとの連系線が運用開始されたことにより、2014年には同国に13億kWhが輸出された。

こういったエネルギー輸入環境の悪化と水力発電電力量の変動によるエネルギー供給の不安定さを改善するため、小水力を含む新たな水力電源の開発、老朽水力発電所の改修による増出力、天然ガスから国内炭への転換、化石燃料の発掘探査など国産エネルギー供給量を増やす動きが活発化している。

エネルギー需要・供給の構造的な問題の1つは、冬季に水力発電が雪解け水の減少と流域河川の凍結により出水率が低下し、暖房で増加する旺盛な電力需要を賄える十分な供給力となっていないことである。以前は冬季の水力発電の減少量は、地域間電力融通によりウズベキスタンの火力発電所の電力で補っていたが、2009年の融通停止以降エネルギーセキュリティ問題として一気に顕在化した。

また、ウズベキスタンからの天然ガスの供給に依存したガス暖房と熱併給発電所を含む地域熱供給システムは、2013年のウズベキスタンからのパイプラインの運用停止で輸入量が激減したことにより、熱源は電気暖房、石炭、木材等に変更、特に低廉な電気料金が原因の1つと考えられる電気暖房への転換は、冬季の発電電力量の低下と相俟って、深刻な電力不足を招く要因の1つになっていると考えられる。

一方、欧米諸国に比べ高くなっている電力損失を低減することが新たなエネルギー源になるとの見方があり、電力システムの効率的運用、老朽化した設備の更新とともに、需要サイドでの省エネルギー・節電意識の高揚などの取り組みもはじまっている。

このように、エネルギー需要・供給の構造的な問題の解決をはじめ、エネルギー関連の法律、制度の整備、海外からの支援と投資環境の充実など国を挙げたさまざまな取り組みが行われ、徐々に成果が出はじめているが、改善に時間を要するものもあり、エネルギーを巡る環境は依然として極めて厳しい状況にあると言える。

(2) タジキスタンの電力事情

タジキスタンの電力供給は水力発電に大きく依存しており、8地点11基の大・中規模水力発電所と300程度ある小水力発電所（132MW）の合計発電容量は3基の火力発電所を含めた総発電容量5.2GWの94%であり、年間の発電電力量165億kWhの99.6%を占めている。しかしながら、水力発電の出力は冬季に約2.3GW（冬季ピーク需要3.5GWの66%）に減少するため、0.3GWの火力発電出力では1.2GWの減少分を補いきれず、これが計画停電を余儀なくされる原因となっている。

最も大きな水力発電所は、ソ連邦時代の1961年から1980年にかけて建設されたバクシュ川のヌレック（Nurek）水力発電所で、2.7GWの出力と300mという世界有数のダム高を誇っている。バクシュ川にあるこの他の水力発電所も合わせるとバクシュ川水系の総出力は3.8GW、年間発電電力量は140億kWhに達する。

ヌレックダム上流では、内戦により建設が中断されていたログンダムの建設が再開されており、4ステージに分かれた全ての開発が終了（2030年目途）すると3.6GWの出力が戦力に加わり、ヌレックダムと連携した冬季の水量減に備えた貯水運用と余剰電力の輸出増加が可能になると期待されている。

水力発電の電源開発については、サングトゥダ水力発電所の1号機（75%をロシアの会社が所有）が2009年に、また、2号機（イランの会社が100%所有）が2014年に改修・増出力され出力が900MW増加しており、政府は海外からの支援・投資によるさらなる老朽発電所の改修・増出力を計画している。

火力発電は黒油と石炭を燃料とする熱電併給プラントで298MWの発電容量がある。石炭を燃料とする熱電併給発電所のドシャンベTPP-2（100MW）は、中国の支援により

2014年に運転を開始し、さらに300MWが間もなく運転開始予定である。また、既設の発電プラントの石炭への燃料の転換と発電効率向上のための改修工事が計画されている。

電力需要の内訳は、工業が32%、農業32%、商業・公共11%、家庭用24%になっている。工業分野の需要のほとんどは、低廉で豊富な水力発電を利用したアルミニウム精錬工場であり、アルミニウム生産は国のGDPの7%を占め、輸出の40%に達している。

表1-1に2009年から2014年までの電力需要の推移を示す。また、図1-3に年間の電力消費量の変化を示す。

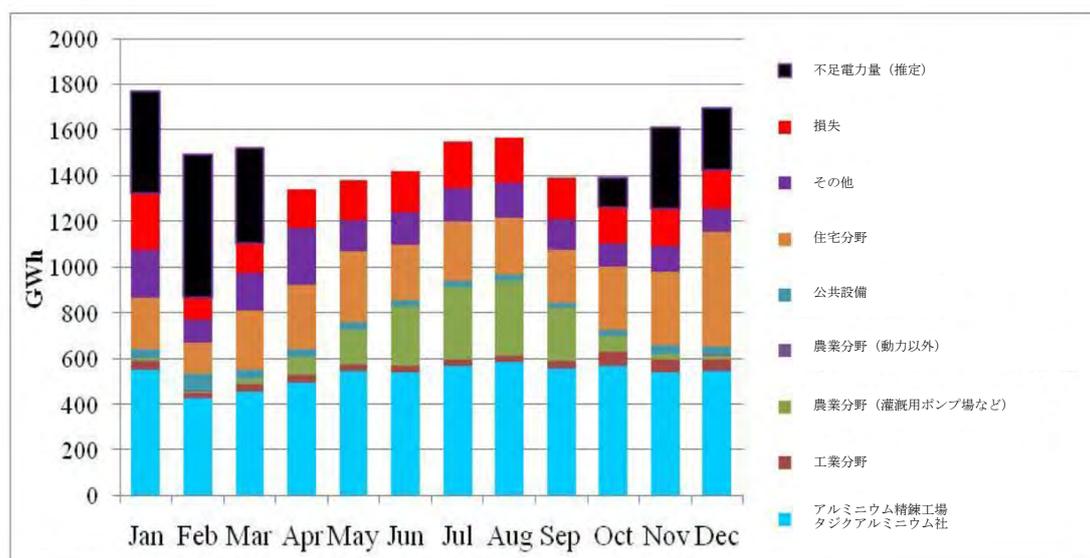
表1-1 電力消費量の推移

単位：10億kWh(TWh)

需要種別	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
国内向供給	16.2	16.6	16.1	16.3	16.2	15.2
国内消費	14.1	14.3	13.8	13.9	13.7	12.4
工業	7.0	7.3	6.3	6.2	5.3	3.9
農業	3.7	3.5	3.7	3.8	4.1	4.0
商業・公共	0.5	0.3	0.5	1.0	1.1	1.3
家庭用	2.7	2.9	3.0	2.7	2.9	3.0
損失	2.1	2.3	2.3	2.4	2.5	2.8
対GDP ¹	84.4	86.6	84.1	85.2	85.2	84.3

注：対GDPは家庭用を除いた国内消費電力量を実質GDPで割った値の1990年を100とした場合を示す

出所：タジキスタン統計局



Source: SNC (2011)

図1-3 年間の電力消費量変化(2009年)

出所：世界銀行レポート「Tajikistan's Winter Energy Crisis:Electricity Supply and Demand Alternatives(2012)」

工業分野の電力消費量が低迷している中で、業務用ビル需要を含む商業と家庭用が伸びていること、冬季に家庭用の消費（照明・暖房）が増加していることがうかがえる。

電力利用効率については、送電・変電・配電における電力損失率は、ここ数年の平均で約15%（この内送電線は4%）となっており、2005年頃の20%から低下はしているが、先進国の10%程度に比べると高い損失率になっている。盗電などのデータは明らかでないが、少ないと想定されており、電力損失の大きい旧型の設備が多く使用されていること、需給アンバランスによる過負荷など非効率な系統運用を余儀なくされており、それが拡大していることが要因と考えられる。

電力設備の電力損失率を低減しエネルギー利用効率を向上させる取り組みとして、世界銀行、アジア開発銀行による支援が行われており、老朽化した水力発電所、火力発電所の設備更新による発電効率の向上、損失の少ない送変電設備への更新、最大需要家であるアルミニウム精錬工場タジクアルミニウム社（TALCO）の工場の電力利用効率の向上などが行われている。

電力供給の安定性、設備事故に伴う停電発生頻度、電圧・周波数などの電力品質については極めて悪い状況にある。

電力の安定供給については、供給力不足による冬季の計画停電が、主に地方で継続して実施されている。冬季には都市部でも、急激な需要増に伴う設備過負荷により保護装置が働き突発的に停電が発生する停電も起きている。こういった停電は経済・社会生活に大きな影響を及ぼしている。計画停電は人口の70%以上が経験し、毎年200万米ドル（GDPの3%）以上の経済損失を招いていると言われている。

供給力不足は、2006年～2007年の冬に5GWhであったが、2011年～2012年の冬には1.6GWhに減少し、計画停電は徐々に改善されてきている。2017年1月14日には今季の計画停電は解消されたと報道された。

冬季の計画停電は環境・衛生面にも影響している。停電は家庭で石炭や木材を熱源とせざるをえない状況を引き起こし、タジキスタンは世界保健機関（WHO）から屋内空気汚染による疾病が多い世界の20カ国に指定されている。

停電発生頻度・電圧・周波数の維持などの電力品質については、送電・変電・配電の電力流通設備の信頼度に大きく影響されるが、電力流通設備はソ連邦時代に建設され更新されていない老朽化した設備が多く残っており、また、電力需要の伸びに対応した設備増強が十分行われないうまになっている。このため、冬季の電力需要増に伴う設備過負荷や年間を通じた設備事故に伴う停電などが頻発しており、変電所の中には月に40回の停電が発生しているというデータがある。

(3) タジキスタンの電力系統

タジキスタンの電力系統は、500kV と 220kV の基幹送電線により形成される。500kV 送電線は北部系統と南部系統の連系、ドシャンベの東南部に位置する大規模水力電源からドゥシャンベ近郊への送電、キルギス、ウズベキスタンとの系統連系（ソ連邦時代に形成された CAPS の一部分）のために形成されている。

500kV 送電系統については、後述する中央アジアと南アジアの電力系統連系プロジェクト CASA-1000 計画に基づく送電線建設計画により、さらに拡充される予定である。

220kV 送電線は 500kV と同様、水力発電所からの送電と系統連系機能（アフガニスタンとの連系含む）を持つとともに、供給信頼度を維持するための電力ネットワークの骨格を成している。なお、西部のゴルノ・バダフシャン自治州（Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast : GBAO）は、基幹系統が連系されておらず、パミールエナジー（Pamir Energy）社が配電系統運用を行っている。

500kV 送電系統の内、北部・南部の系統連系と水力発電所からの送電系統は 2011 年に運用が開始された。中央アジア電力システムはソ連時代に計画・建設され、2009 年にウズベキスタンとの連系線運用が停止されるまで使われてきた。このシステムは、ウズベキスタンからトルクメニスタンに、キルギスからカザフスタンに伸びており、5ヶ国を經由する基幹送電線の総延長は 500kV 送電線が 1,573km、220 kV 送電線 1,352km となっている。

なお、隣国との連系線の内、220kV 送電線によるアフガニスタンとの連系・電力融通は 2012 年に運用が開始されている。

図 1-4 にタジキスタンの基幹系統を示す。

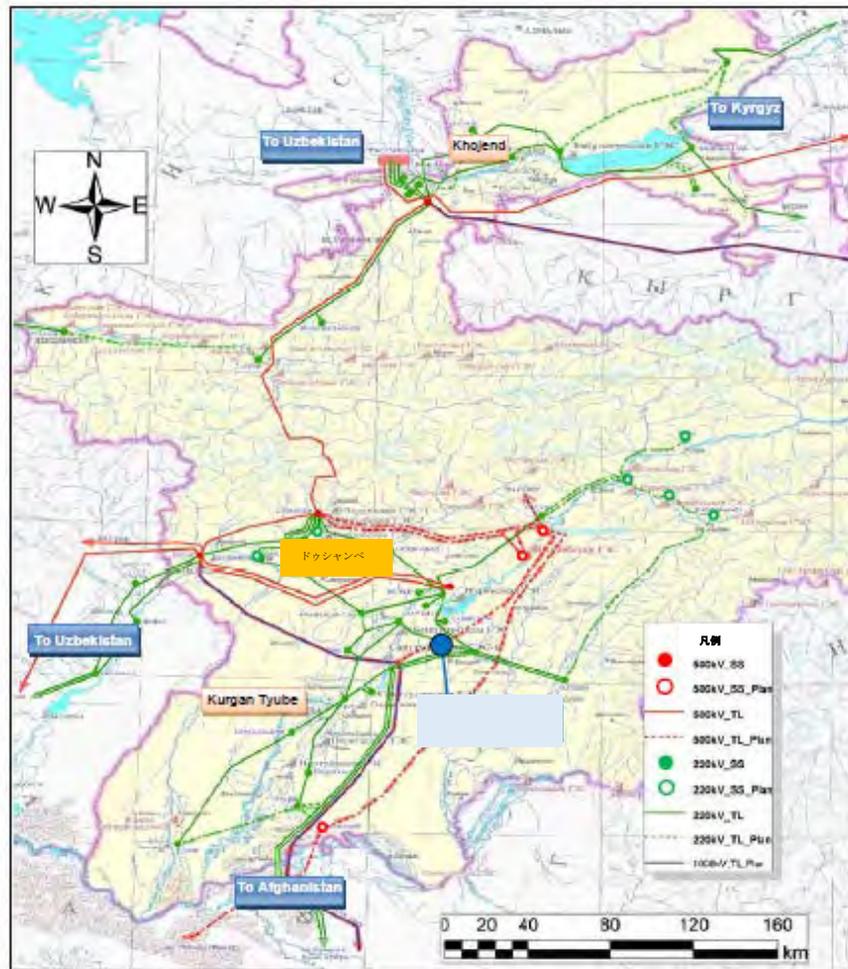


図 1-4 タジキスタンの基幹系統

出所：タジキスタン共和国ハトロン州村落地域小水力発電整備計画準備調査報告書（2013年 JICA）

中央アジア電力システムを継承・発展させるものとして、CASA-1000（Central Asia - South Asia Regional Power Connectivity）が設立された。

CASA-1000 プロジェクトは、キルギスとタジキスタンの豊富な水力電力を電力不足が深刻なパキスタンにアフガニスタンを経由して送電するもので、送電線延長は 1,200km（タジキスタン～アフガニスタンは 585km）、タジキスタンのサングトゥダ（Sangtuda）からアフガニスタンのカブール（Kabul）を経由しパキスタンのペシャワール（Peshawar）までは、送電ロスが少ない HVDC（High Voltage DC Transmission Line：高電圧直流）で送電することにしており、送電量が 1,300MW の世界的プロジェクトとなる。

プロジェクトの推進は、関係 4ヶ国の政府間評議会が設置され、世界銀行グループ、イスラム開発銀行（IsDB）、米国国際開発庁（USAID）、米国国務省、英国国際開発省（DFID）、オーストラリア国際開発庁（AusAID）等が参加、2012年に政府間の基本的合意がなされた。

図 1-5 に CASA-1000 プロジェクトのスコープとなる送電系統を示す。



図 1-5 CASA-1000 プロジェクトの送電系統

出所：CASA-1000 プロジェクトホームページ

CASA-1000 プロジェクトの主要項目としては、

- キルギスの Datka からタジキスタンの Khujand までの 500kV 送電線建設 (477km)
- タジキスタンの Sangtuda からアフガニスタンの Kabur を経由してパキスタンの Peshawar までの 500kV 直流送電線の建設 (750km)
- Sangtuda と Peshawar に設置される交直変換設備の建設 (1,300MW)

などであるが、関係国における電源開発（タジキスタンのログン水力発電所など）、電力系統増強計画と合わせ進められることになっている。2008年にスタートしたプロジェクトは、現在、2箇所の交直変換設備の入札が行われており、実現に向け大きく前進している。

CASA-1000に関連した周辺国の動きも活発化している。カザフスタンではロシアのウラル地方を連系する500kV送電系統を延長しキルギスと連系する計画が検討されている。また、将来的な計画として、アフガニスタン経由でパキスタンと結ぶさらなる送電線(750kV,650km)、アフガニスタン経由でイランと結ぶ送電線(500kV,1,100km)、同様にトルクメニスタンと結ぶ500kV送電線、キルギス経由で中国と結ぶ500kV送電線などの建設も検討されている。

タジキスタンの電力系統の内、需要地域に供給する地方系統は、220kV基幹ネットワークから降圧された110kVと35kV系統から構成され、配電用変電所で降圧され柱上変圧器や路上変圧器などに供給される配電電圧は10kV,6kVとなっている。

220kV送電用変電所と配電用変電所、それらを結ぶ送電線及び配電線の設備は、ソ連邦時代に建設され更新されていないものが多く残っており、老朽化が進み電力の安定供給と信頼度の維持に支障となっている。

従って、老朽化した地方系統設備の更新・増強計画への投資と海外からの支援が計画され進められている。

支援の大きなものとして、アジア開発銀行により2010年から始まった2ルートの220kV送電線の建設と220kV変電所の改修、集中監視制御システム(SCADA)の構築、給電システムの改修がある。なお、この支援は設備を所有し運用管理するBTの経営改革を進めるという条件での支援となっている。

(4) 首都ドゥシャンベの電力事情

首都ドゥシャンベは、政治・経済・社会の中枢を担う都市として、首都機能の整備・強化が進められるとともに、人口流入による都市化が急速に拡大しており、それに伴うさまざまな課題への迅速な対応が求められている。

特に、これまで述べてきたタジキスタンのエネルギー・電力事情は、ドゥシャンベにおいて最も顕著に表れていると言える。

ドゥシャンベの電力供給の対象は、4つの主要街区の4,000を越す住居及び業務用ビルと郊外地域の工場及び35,000以上の個人住宅などであり、政府、官公庁、教育、医療、企業など政治、経済、社会生活に必要な重要機関・施設は4つの主要街区に集中している。人口は2016年において80万人であり、年平均の人口増加率は2.5%程度となっている。

重要需要家が多いこと、電力需要密度が高いことなどから、冬季の計画停電はなく優遇されているが、都市部での生活は電力依存化が進んでおり、夏季の3倍にもなる冬季のピーク需要への不安定な電力供給は避けられない状況となっている。暖房需要の増加が要因の1つであり、過去にドゥシャンベにおいて天然ガスによる集中暖房システムがいきわたっていたことが、前述したガス供給の途絶により、電気暖房への転換を一気に進めることになったと考えられる。

冬季の電力供給不足による停電を考慮し補正した電力需要想定では、高い需要の伸びを見込んでいるが、人口増加に伴う住宅整備と年7%を越す経済成長にみられる経済の発展が今後の需要増加の主要因である。

需要家数の増加については、集合住宅の住民数が過去 10 年間で 16 万人（28%）増加した一方、高層住宅や業務用ビルの建設は過去 5 年に 100 を超す程度でしかなく、2030 年までに生活スペースを現在の 7m²から 16m²まで拡大する目標も含め、ドゥシャンベはさらなる高層住宅、業務用ビル、郊外の低層住宅などの建設を計画している。生活スペースの増加は暖房用エネルギー需要をさらに加速することになる。

また、製造業の進出が進んでおり、2013 年の 1 年間に 35 の立地があった。この傾向は今後も続くものと想定されている。

ドゥシャンベの電力供給は、ドゥシャンベの東南に位置するバクシュ川（Vakhsh River）の水力電源からの電力が、ドゥシャンベ近郊の 220kV 架空送電系統に送られ、110kV 架空送電線により、ドゥシャンベに立地する配電用変電所に送電されている。そこから、10kV,6kV の配電系統で柱上変圧器に分配、あるいは大口需要家に直接供給されるケースが多いが、35kV 配電線により大口需要家に供給、あるいはさらに小規模な配電用変電設備に供給され 10kV,6kV に降圧されるケースもある。

これら電力流通設備の大半は 1960 年代に建設されたもので、その後の設備更新・増強が十分に行われてこなかったことにより、設備の過負荷及び老朽化を原因とする設備トラブル発生による突発的停電が頻発している。また、電力損失増加の原因にもなっている。

(5) 課題への対応

以上のような課題の重要性の認識は、タジキスタン政府の長期戦略「2015年までの国家開発戦略」（NDS : National Development Strategy 2015）で、エネルギー問題の解決を重点課題と位置付けていることから窺える。

また、ドゥシャンベの首都機能を維持・発展させるためには、ライフラインの中で最も重要となる電力供給における課題の解決が最優先であり、老朽変電設備の更新・増強、継続的な設備更新の契機となる変電所の新設といった、短期的に実現可能で中長期的にも効果が期待できる具体策が必要となっている。

これまで老朽化した発電所及び変電所の改修への海外からの支援が行われてきているが、急速に発展するドゥシャンベ中枢部の電力安定供給と信頼度の向上対策は行われておらず支援が必要となっている。

また、電力損失の低減の観点から、電力損失の少ない機器への更新と需要中心地に変電所を立地することによる配電線損失の低減などが必要となっている。

1-1-2 開発計画

本事業に関連する国家計画としては、前述した「国家開発戦略」と「貧困削減戦略」等があり、それぞれ次のとおりである。

(1) 国家開発戦略 2015（NDS : National Development Strategy 2015）

ミレニアム開発目標（MDGs）に基づいて、2006 年から 2015 年までの社会経済開発における長期的な目標、優先順位、方向性などを定めたものである。①経済成長及び社会サービス向上のための制度づくり、②安定した高度経済成長のための物質的な基盤整備、③社会サービスの改善の 3 つに沿って課題整理がされている。

この中で、エネルギー問題の解決が重点課題と位置付けられており、特に冬季の水力発

電の出力低下に対する電源確保及び電力損失の改善は喫緊の課題とされている。

2016年6月には「2030年までの国家開発戦略」(案)が策定され、現在、検証中であるが、「エネルギーセキュリティの確保と電力の効率的な利用」を達成するための主な活動は以下のとおりである。

- ・ 大小の河川の水力開発、化石燃料の新たな探査、再生エネルギーの開発
- ・ 発電所の増容量、電力輸出の増加、既設発電設備・電力流通設備の効率的な運用
- ・ 石油・ガス産業の近代化と技術の再構築
- ・ 省エネルギーの浸透、エネルギー利用効率の向上
- ・ エネルギーインフラの整備
- ・ エネルギー供給・電源の多様化
- ・ エネルギー分野での官民協力向上

(2) 貧困削減戦略 2010-2012 (PRS : Poverty Reduction Strategy 2010-2012)

貧困削減を国家政策の中心的な課題として位置づけたもので、2002年に策定されたものが継続されている。本戦略は国家開発戦略を実現するための手段であり、市場経済原理に基づき、中期的な視野で、国民の経済的及び社会的な繁栄を実現することを目的としている。

(3) その他関連する計画

「エネルギー開発のための指針 (Concept of Development Fuel-Energy Complex Spheres of the Republic of Tajikistan 2003-2015)」では、不安定なエネルギー供給状況を改善するための必要な体制の構築、規定の制定、国際協力の推進を行うこととしている。

電力供給力の向上については、環境政策の上位計画である「環境アクションプラン (National Environmental Action Plan 2006)」と連携し、再生可能エネルギーの積極的な導入を盛り込んだ政策「再生可能エネルギーの活用発展に関するプログラム (The Complex Programme for the Widespread Use of Renewable Energy Sources, such as run of river hydro, solar, wind, biomass and thermal underground waters 2007-2015)」もある。

また、BTは、これらエネルギー政策を受けて、「電力事情向上のための開発戦略 (2007-2020)」を策定している。

ドゥシャンベのエネルギーシステム開発構想 (The Concept for Development of the Energy System of Dushanbe Till 2015) は、2009年にドゥシャンベにより、エネルギー省、BT、Tajiktransgas、タジキスタン工科大学などとの共同で策定されたエネルギーシステム上の主要課題解決のための開発構想であり、設備更新を含めた電力供給上の課題解決方策が取り上げられている。

1-1-3 社会経済状況

1990年代のタジキスタンの生産活動は、ソ連邦崩壊と内戦により著しく停滞していたが、2002年以降は年平均経済成長率が8.6%と力強い進展がみられる。しかし、エネルギー・鉱物資源などについては輸入依存度の高い経済構造のため、2008年のインフレ率が11.8%に達したほか、同年秋の世界経済危機による影響があったが、主要輸出品である綿花やアルミニウムの値崩れが大きくなかったこともあり、大きな経済的影響は受けなかった。2011年の

インフレ率は9.3%であった。

一方、対外債務がGDPの約29.8%を占めており、2012年4月の時点で21.4億米ドルに達するなど4年連続で増加傾向にある。今後、中国による大型借款（計 10.35 億米ドル）の実施に伴って、債務幅が更に拡大していく可能性がある。外国投資については、タジキスタン政府が重視する発電事業の分野で、ロシアやイランによる水力発電所の建設が行われているほか、中国による道路・特別高圧送電線の建設が進められている。¹

独立後の内戦で生活水準全般が低下し、現在も旧ソ連邦諸国の中では最も生活水準が低い国と言われている。内戦の克服により経済は成長に転じたが、依然として失業率も高く経済状態は厳しい。IMF、世銀と協力しつつ経済発展及び開発を進めているが、当面外国からの支援が必要である。2008年10月の世界金融危機以降は、経済的に関係の深いロシア、カザフスタンの景気後退の影響を受け、海外出稼ぎ労働者からの送金も減少し、GDPの成長は鈍化したが、近年は7%前後のGDP成長率を維持している。表1-2 に、タジキスタンの主要社会情報を示す。

表 1-2 主要社会情報

面積	14.3 万 km ² （日本の約 40%）
人口	848 万人（2015 年度、国連人口基金）
首都	ドゥシャンベ（Dushanbe）
民族	タジク系 84.3%、ウズベク系 12.2%、キルギス系 0.8%、ロシア 0.5%、その他 2.2%
言語	タジク語（公用語）。ロシア語も広く使われている
宗教	イスラム教スンニ派が最も優勢。パミール地方には、シーア派の一派であるイスマーイーール派の信者も多い。
政体	共和制

出所：外務省 HP

主要産業は、綿花栽培を中心とする農業と牧畜で、工業部門では、アルミニウム生産、繊維産業が比較的発達している。小規模ではあるが、金、銀、銅、モリブデン、アンチモンなどの鉱物資源を有する。また、水資源が豊富であり、水力発電による余剰電力を輸出している。

通貨は、1995年5月10日独立通貨「タジク・ルーブル」を導入したが、2000年10月に「ソモニ」に変更した。表1-3に、主要社会経済指標の推移を示す。

¹ 出所：外務省ウェブサイト 国別データブックを引用

表 1-3 主要社会経済指標の推移

(単位:米ドル)

項目	実績		
	2012年	2013年	2014年
GDP	7,633,036,366	8,506,615,265	9,241,627,841
GDP 成長率	7.5	7.4	6.7
一人当たりの GDP	962.4	1,048.7	1,114.0
人口 (人)	—	8,111,894.0	8,295,840.0
GDP のセクター別比率 (%)			
- 農林水産業	26.6	27.4	-
- 製造業		21.7	
- サービス業		50.8	
輸出の GDP 比率(%)		19.2	
輸入の GDP 比率(%)		68.3	

出所：世界銀行のデータバンク

本計画の電力需要想定に関連するタジキスタンの社会経済指標を表1-4に示す。

表 1-4 タジキスタンの人口及び実質 GDP の推移

年	人口 (千人)	都市部人口 (千人)	実質 GDP (百万米ドル)
2011	7,753.9	2,057	6,522.8
2012	7,930.9	2,107	7,633.0
2013	8,111.9	2,159	8,506.6
2014	8,295.8	2,214	9,236.3
2015	8,482.0	2,272	7,853.5

出所：世界銀行のデータバンク

「国家開発戦略2030年」ではタジキスタンの産業開発が恒常的に行われた場合と技術革新がなされて経済が改善された場合の経済成長を表1-5に示すように予測している。

表 1-5 タジキスタンの経済成長シナリオ

指 標	2015 年	産業開発シナリオ			技術革新シナリオ		
		2020 年	2025 年	2030 年	2020 年	2025 年	2030 年
人口 (千人)	8,547	9,420	10,300	11,102	9,419	10,300	11,102
実質 GDP 成長率 年間平均 (%)	6.0	6.0	6.9	7.8	7.9	8.9	9.9
一人当たり GDP (米ドル)	2,206	4,000	5,000	5,500- 6,000	5,000	6,000	6,500- 7,000

出所：タジキスタン共和国 国家開発戦略 2030 年

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

1-2-1 背景・経緯

タジキスタンは、アジアと欧州、ロシアと中東を結ぶ地政学的に重要な地域に位置し、同国の安定は、中央アジアひいてはユーラシア地域全体の安定にとって重要である。また、隣国アフガニスタンの自立と安定に向けて国際社会が取り組んでいく上でも不可欠である。

1992 年から 1997 年にかけて発生した内戦は、社会・経済インフラの荒廃と人材流出をもたらしたものの、1997 年の和平協定合意以降、経済社会状況は改善し、堅調な経済成長を達成している。

一方で同国は、石油・天然ガス等のエネルギー資源に乏しく、また、長く続いた内戦の影響による経済の疲弊もあり経済成長が遅れ、所得は独立国家共同体(CIS)諸国中最も低い水準にある。上水道や保健医療をはじめとする基礎的社会サービス分野の整備も不十分であり、また地方における貧困削減も大きな課題となっている。さらに、経済発展の基盤となるインフラの老朽化・未整備は、経済発展を阻害する要因となっている。このような状況を踏まえ、タジキスタンに対して ODA を通じた支援を行っていくことは、二国間関係の発展や「人間の安全保障」の観点から、また同国が抱える様々な課題の解決を後押ししつつ、その安定に貢献し、ひいては隣国アフガニスタンを含む地域全体の安定に寄与するという観点から意義がある。

我が国は 1994 年から始まった国連主催のタジキスタン支援国会合 (CG 会合: Consultative Group Meeting) に積極的に関与し、1996 年と 2001 年の CG 会合を東京で開催した。さらに、我が国はタジキスタン内戦終結後の和平構築に寄与すべく、1999 年 3 月から 3 次にわたり、政府側・反政府側双方から参加を得て、東京で「タジキスタン民主化セミナー」を主催した。

2003 年 3 月には我が国のプロジェクト形成調査団がタジキスタンに派遣され、その調査結果を踏まえて、保健医療、教育、職業訓練、給水の 4 つが支援分野に選定された。2006 年 8 月に JICA 駐在員事務所が開設されたあとは、道路整備や農業振興などを重点分野に加えつつ、無償資金協力と技術協力のスキームによる支援が行われている。²

² 引用： 外務省ウェブサイト 国別データブック

同国への援助の基本方針（大目標）は「持続的な経済・社会発展が可能な国づくり支援」であり、（中目標）経済インフラ整備において、「不安定な電力供給の改善を目標とした電力分野の支援を実施する」ことを挙げており、2009年から2010年に「環境と調和の取れたエネルギー対策」を重点分野と設定し、太陽光発電関連機材の調達と技術者育成支援を目的とした「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」を実施した。今回の無償資金協力についても、これら方針に沿ったものといえる。

1-2-2 概要

今回の無償資金協力は、タジキスタンの要請に基づく首都ドゥシャンベ内の老朽化した変電所の設備改修と増容量及び変電所の新設を行うもので、これら事業により、首都の電力安定供給体制の強化とエネルギー利用効率の向上を図り、もって持続的な経済・社会発展に寄与するものである。

BTが電力流通設備の中長期的な設備改修・増強を計画する際は、本事業により周辺の変電所の負荷が軽くなり、周辺の設備更新が容易となる効果もある。

対象となる変電所は、BTが所有・運営するドゥシャンベ南西部に位置する「プロミシレンナヤ変電所」と同市東部の政府機関が集中するラディオスタンツィヤ地区のBTが確保した用地に新設する「ラディオスタンツィヤ変電所（仮称であるが以下この仮称を使用）」の2箇所である。

なお、当初の要請では、上記2箇所その他、ラディオスタンツィヤ地区に隣接するグラポチタント地区にも新設変電所（仮称グラポチタント変電所）を立地する計画が出されていたが、短期的な投資効果、事業費総額などの観点から評価し、優先度の高い上記2変電所が無償資金協力の対象となった。

(1) プロミシレンナヤ変電所改修・増容量事業の概要

プロミシレンナヤ変電所は1960年代のソ連邦時代に建設された。当初、バルブ、油料種子搾油、牛乳、菓子などの加工・製造工場などの電力需要とドゥシャンベ一部地区の住宅用電力需要を賄うことが目的であった。現在、人口増加に伴う市街地の拡張や新たな工場、公共サービス施設、集合住宅などの建設が進み、冬季の電力需要は大幅に増加し、当該変電所では供給できなくなっている。既に、変圧器や配電線は過負荷状態となっているため、過負荷に伴う停電が生じており、設備増強の必要性が生じている。

一方、当該変電所と新設のラディオスタンツィヤ変電所は川を隔て、距離もあることから、ラディオスタンツィヤ変電所の新設だけでは、当該変電所の負荷を肩代わりして重要地域供給変電所としての位置づけを軽くすることは困難であり、当該変電所自体の増強が必要である。

また、変電所設備は60%以上が50年を超えて運転している老朽設備であり、運転・保守に苦慮している。また、設備トラブルによる突発的な停電も発生しており、老朽化した主要設備の全面的な更新が必要となっている。

従って、2台の主要変圧器を当該変電所供給エリアの今後の需要想定に基づき、既存の110/35/10kV（容量：25/25/25MVA）から110/35/10kV（40/20/40MVA）に増容量して取替えることとし、供給信頼度に直接関わってくる開閉器、変成器、避雷器、保護リレーなどは、

品質が確認されている最新設備に取替えることとする。また、これら設備は国際規格に準拠することが必要となる。

なお、更新工事にあたっては、変電所の空スペースが限られていることから、現在の機器を撤去後に新しい機器を据付けざるを得ず、従って、母線はそのまま使用し、既存の機器を極力停止せずに運転しながら新しい機器に切替える手順、安全に工期内に竣工させるための工夫が随所で必要となる。これに関しては、日本国における変電所の更新・増強工事の豊富な経験が活用できると考えられる。

(2) 新設ラディオスタツィヤ変電所の概要

ラディオスタツィヤ変電所の立地点は、ドゥシャンベ川東岸の大統領官邸や市内のメインロードであるルダキ通り地区に近く、この地域は、ソ連邦時代の古い低層階の建物を崩し、新たに官公庁施設や業務用・住宅用高層ビルに建て替える再開発工事が急ピッチで行われている。変電所用地はその再開発地域の一画に BT が確保し、利用許可が下りている。

ラディオスタツィヤ変電所から供給が予定されている地域は、現在はテクスティルマッシュ変電所、ウクダート変電所、セントラルナヤ変電所、カラモバ変電所などから供給されているが、これら変電所では、この地域の近年の人口や業務用・住宅用高層ビルの急増に伴う電力需要増加に対応できなくなっている。また、いずれの変電所も老朽化が進んでおり、また、遠方からの配電供給となり大統領官邸をはじめとする政府、官公庁、市の重要機関・施設に必要な電力供給の信頼度を確保できにくくなっている。

従って、予定されている供給エリアの今後の需要想定を踏まえ、既設変電所の 30%程度をカバーするため、110/35/10kV (40/20/20MVA) の変圧器 2 台を設置し、プロミシレンナヤ変電所と同様の設計の変電所を建設する。

また、ラディオスタツィヤ変電所が既存老朽変電所の負荷の一部を肩代わりすることにより、今後タジキスタン側で進める既存老朽変電所の更新が実施しやすくなると考えられる。

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 我が国の援助方針

限られた財源を用いてより効果的な支援を行うために、日本の基金を有する国連開発計画 (UNDP)、アジア開発銀行 (ADB)、世界銀行、欧州安全保障協力機構 (OSCE) 並びに国際移住機関 (IOM) 等との協調を積極的に進めており、これらの国際機関・国際金融機関の側も、我が国との支援内容のすりあわせに積極性を示すようになってきている。

目標として、「大目標: 持続的な経済・社会発展が可能な国づくり支援」があり、これについてタジキスタン政府は、社会経済発展の方向性を定めた「国家開発戦略 2015」や「貧困削減戦略 2010-2012」において、ミレニアム開発目標 (MDGs) の達成を念頭においた貧困削減を目標に掲げ、より合理的且つ効率的な経済社会開発への取組を進めている。我が国は、特に貧困層の多い地方の開発と経済インフラの整備を中心とした持続可能な発展に向けた同国の取組を支援する。

「中目標: 地方開発」では、地方における安全な水の確保、劣悪な保健医療体制等の基礎

的サービス改善という課題に対し、我が国は、安全で衛生的な飲料水へのアクセスを可能とする給水施設や母子保健を中心とした保健医療体制の整備を支援する。さらに、地方における雇用創出と生計安定のために、農村開発・産業振興に寄与する支援を実施する。

「中目標：経済インフラ整備」では、都市・地方間の利便性の改善、及び中央アジア諸国及びアフガニスタンとの連結性を強化し、物流改善による地域経済の活性化・安定化に貢献すべく、老朽化した道路改修とその維持管理体制の整備を中心とした運輸インフラの整備を行う。また不安定な電力供給の改善を目的とした電力分野の支援を実施する。

タジキスタンへの ODA については、有償資金協力はなく、無償資金協力では、2016 年度までの累計で 319.59 億円の実績がある。DAC 諸国の ODA 実績としては、2009 年から 2011 年まで第 2 位、2012 年第 3 位、2013 年第 4 位を占めている。

最近の JICA 無償資金事業としては、「災害リスク軽減及び対応能力強化計画（UNDP 連携）：11.72 億円（2016 年度）」、「小児疾患予防・管理計画（UNICEF 連携）：6.33 億円（2015 年度）」、「ソグド州及びハトロン州東部道路維持管理機材整備計画：19.92 億円（2015 年度）」、「ドゥシャンベ国際空港整備計画：19.14 億円（2014 年度）」、「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画：4.50 億円（2009 年度）」などがある。

タジキスタンにおいては、ドナー間の協調を進めるために「ドナー調整委員会（DCC：Donor Coordination Council）」が設置され、定期会合が行われている。タジキスタン政府側も、NDS 及び PRS を策定し、その更新を行うなど、ドナーとの協調に努める姿勢を示している。

また、とくに国境管理強化支援の分野では、タジキスタン国駐在のドナー代表により組織された「国境管理支援ドナー国際ワーキング・グループ（BIG：Border International Working Group）」が、また緊急支援・災害対策の分野においては、即時緊急支援調整チーム（REACT：Rapid Emergency Assessment and Coordination Team）が、それぞれ月例で会合を開いており、ドナー間の情報の共有や支援内容の調整に貢献している。

1-3-2 無償資金協力（電力セクター）

電力セクターでの無償資金協力では、「環境と調和の取れたエネルギー対策」を重点分野と設定し、再生可能エネルギーのさらなる活用の道を開くため、太陽光発電関連機材の調達と技術者育成支援を目的とした「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」を 2009 年から 2010 年に実施している。

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーの電力セクターにおける援助動向を表 1-6 に示す。無償の援助額では ADB が突出しており、有償の援助額では、中国輸出入銀行が群を抜いている。

表 1-6 各ドナー支援金額

(単位：千米ドル)

No	資金供与機関	無償	有償	株式
1	アジア開発銀行 ADB (Asia Development Bank)	312,770	66,067	
2	中国輸出入銀行 China Eximbank	—	419,009	
3	欧州復興開発銀行 EBRD (European Bank for Reconstruction and Development)	734	10,150	
4	欧州共同体 EC (European Community)	8,170		
5	欧州投資銀行 EIB (European Investment Bank)		10,142	
6	米州開発銀行 IDB (Inter-American Development Bank)		52,831	
7	アラブ経済開発クウェート基金 KFAED (Kuwait Fund for Arab Economic Development)		13,000	
8	ドイツ復興金融公庫 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)		24,091	
9	石油輸出国機構 OPEC (The Organization of the Petroleum Exporting Countries)		8,500	
10	スイス連邦経済省経済事務局 SECO (State Secretariat for Economic Affairs (Swiss Confederation))	15,202		
11	ウェールズ開発局 (2006 年廃止) WDA (Welsh Development Agency)		17,292	
12	BT(Barki Tojik)	9,369		75,323
	Total	346,245	621,080	75,323

出所：世界銀行のデータバンク

アジア開発銀行（ADB）及び世界銀行（WB グループ）は、下記に示すようにハード面、ソフト面で広範囲の援助活動をしている。

(1) ADB(アジア開発銀行)

ADB は、2000 年以降無償援助と技術協力を交えて、着実にエネルギー分野の援助を続けてきた。その中で、大きなプロジェクトとしては、「Regional Power Transmission Project: ADB(Grant): 1 億 2 千 2 百万米ドル Fund)」があり、その中で、220kV 送電線の建設、変電

所の更新、集中監視制御システム（SCADA）の設置、戦略的ビジネスプラン、BT 経営改革、財政プラン作成の支援、プロジェクトマネジメント訓練、会計・経営情報システム、技術あるいは運用効果の監査の準備などが実施されている。

(2) 世界銀行(WB グループ)

405 百万米ドル規模の援助が約束されており、この内訳は、水分野(21%)、社会、都市・農村の開発(15%)、エネルギー(14%)、輸送(11%)、行政(10%)、教育(8%)、健康(7%)、環境と自然資源(6%)、農業(5%)、貿易と競争力(2%)、社会保護と労働(1%)となっている。エネルギー分野では、「タジキスタンの冬季のエネルギー危機：電力供給と需要の代替案」が報告されている。

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 プロジェクト実施体制

2016年6月30日にエネルギー水資源省、BT、並びに準備調査団間で署名された本計画に係る協議議事録（Minutes of Discussions：M/D）において、本計画は以下の実施体制で執行することが合意された。

- ・責任機関：エネルギー水資源省（MoEWR:Ministry of Energy and Water Resources）
- ・実施機関：BT（BT:Barki Tojik）

2-1-1 組織・人員

(1) 電力政策に係る政府機関

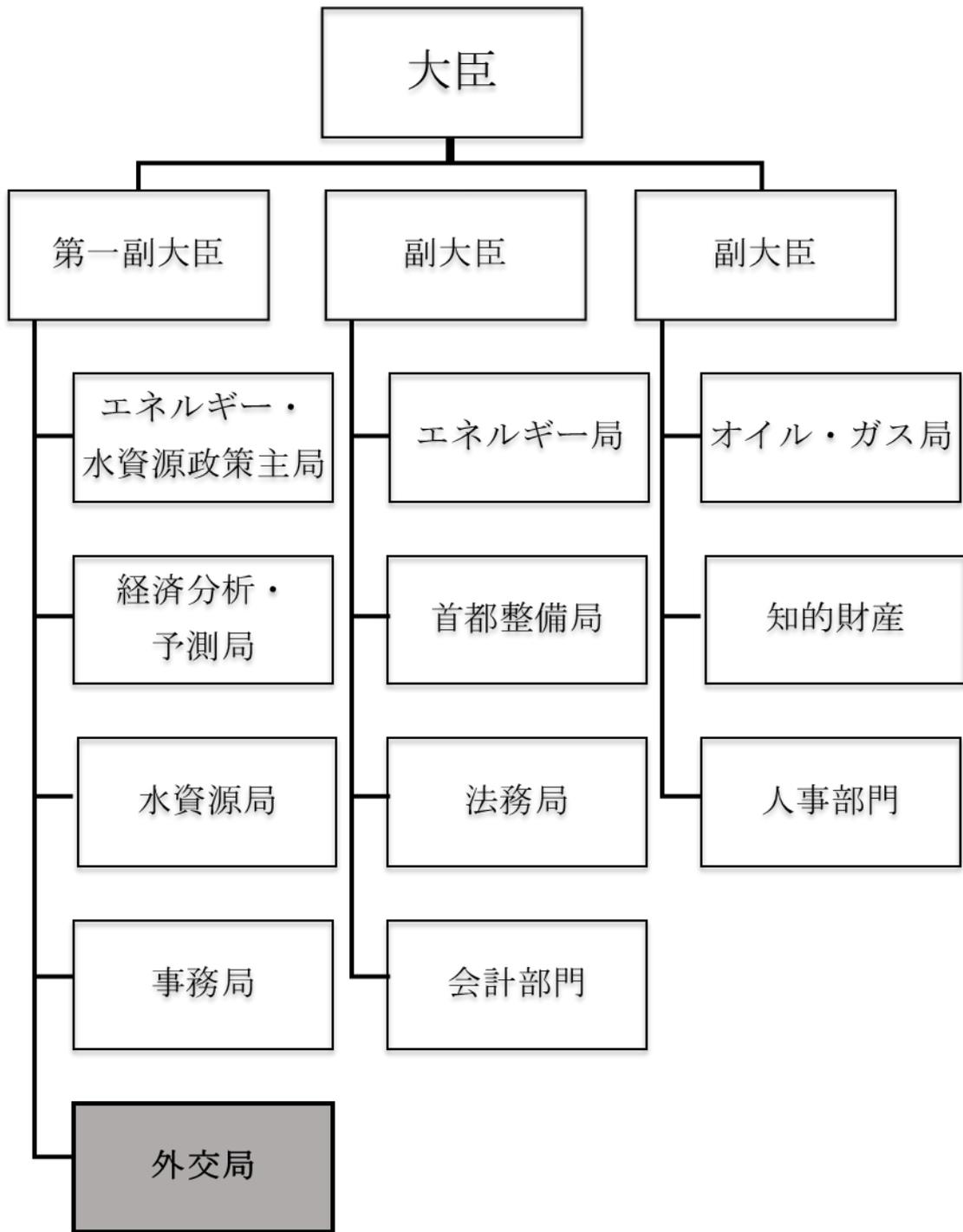
タジキスタンの電力を含むエネルギー政策を所管する省庁はエネルギー水資源省であり、前述のとおり同省が本事業の責任省庁となる。

エネルギー水資源省は、2013年にエネルギー産業省（MEI:Ministry of Energy and Industry）と土地改良・水資源省（MLRWR:Ministry of Land Reclamation and Water Resorce）との統合・改編によりできた組織で、本事業に関連する役割としては、エネルギー政策と関連法制の立案・整備、政策の実行であり、再生可能エネルギーの許認可・規制も含まれる。図2-1に同省の組織図を示す。

なお、エネルギー政策・法制に係る省庁としては、この他に経済開発・貿易省（Ministry of Economic Development and Trade）、財務省（Ministry of Finance）、法務省（Ministry of Justice）があり、環境は環境保全委員会（CEP:Committee for Environmental Protection、以下「CEP」という）の所管となる。

また、電気料金・ガス料金などについては、経済開発・貿易省の所管する公正取引委員会（Antimonopoly Committee）の認可が必要になっている。

エネルギー水資源省の本事業の担当部署は国際協力推進部（Department of International Relations、部長以下8名）であり、ここで世界銀行・アジア開発銀行など援助機関によるエネルギー・水資源・電力分野の支援プロジェクトを所管している。



出所：エネルギー水資源省の資料を基に調査団が作成

図 2-1 エネルギー水資源省の組織図

(2) 電気事業体制

タジキスタンの電気事業は、エネルギー水資源省の所管のもと、BTによりほぼ独占的に運営されている。

BTは、発電設備・電力流通設備（送電・変電・配電）の所有と設備運用及び電力小売を一貫して行う株式会社で、熱電併給火力発電所からの地域熱供給事業も行っており、株式は国が100%保有している。また、子会社として配電会社、保守サービス会社などをもちグループを形成している。

グループは、BT本体（本社と12の支社、海外事務所）及び14の子会社、機器の補修と保守を行う有限会社（Barq-Servis）とで構成され、2015年末のグループ社員総数は12,742人である。

本社が直轄管理する支社は、4水力発電支社（Nurek, Baipaza, Varzob, Kairakkum）、6配電支社（Dushanbe, Sogd, Khujand, Rasht, Kurgan Tube, Chkalovsk）、ロシアの海外事務所となっている。

子会社は配電会社が11社、熱供給会社が2社、修理工場1社とTajikenergосnab社となっている。

図2-2にBTの本社組織を示す。本社には設備計画、運用・保守管理を行う技術管理部門、給電指令と220kV以上の送変電設備の監視制御を行う現業部門、研究開発、再生可能エネルギー、その他特定課題を扱う組織と一般管理部門がある。また、水力発電所及び火力発電所、地域割りして設置される配電支社（110kV以下の設備管理と料金徴収を実施）と子会社の管理を行っている。

本事業が関係する変電所関係業務は、計画・保守管理業務は開発保守サービス課（Exploitation and Maintenance Service Department、職員数15名）、保護装置関係は中央保護継電器サービス課（Central Service Relay Protection Department、職員数10名）、集中監視制御はSCADA（Supervisory Control And Data Acquisition）チームにより行われている。

前述したように変電所及び配電線の運用・保守業務は、各地域に置かれた配電支社及び配電会社により行われており、今回対象となる変電所はドシャンベの中枢部を管轄する配電支社（Dushanbe's City Electric Networks）となる。

変電所の機器制御・記録などの運転業務は、現在は変電所に24時間交替で常駐する職員4名により行われているが、将来的には構築中の集中監視制御システム（SCADA）により遠方からの監視制御にする方向である。

変電所の保守は、常駐職員による巡視などの日常点検と支社の保守部門による定期的あるいは臨時の点検・補修が行われている。

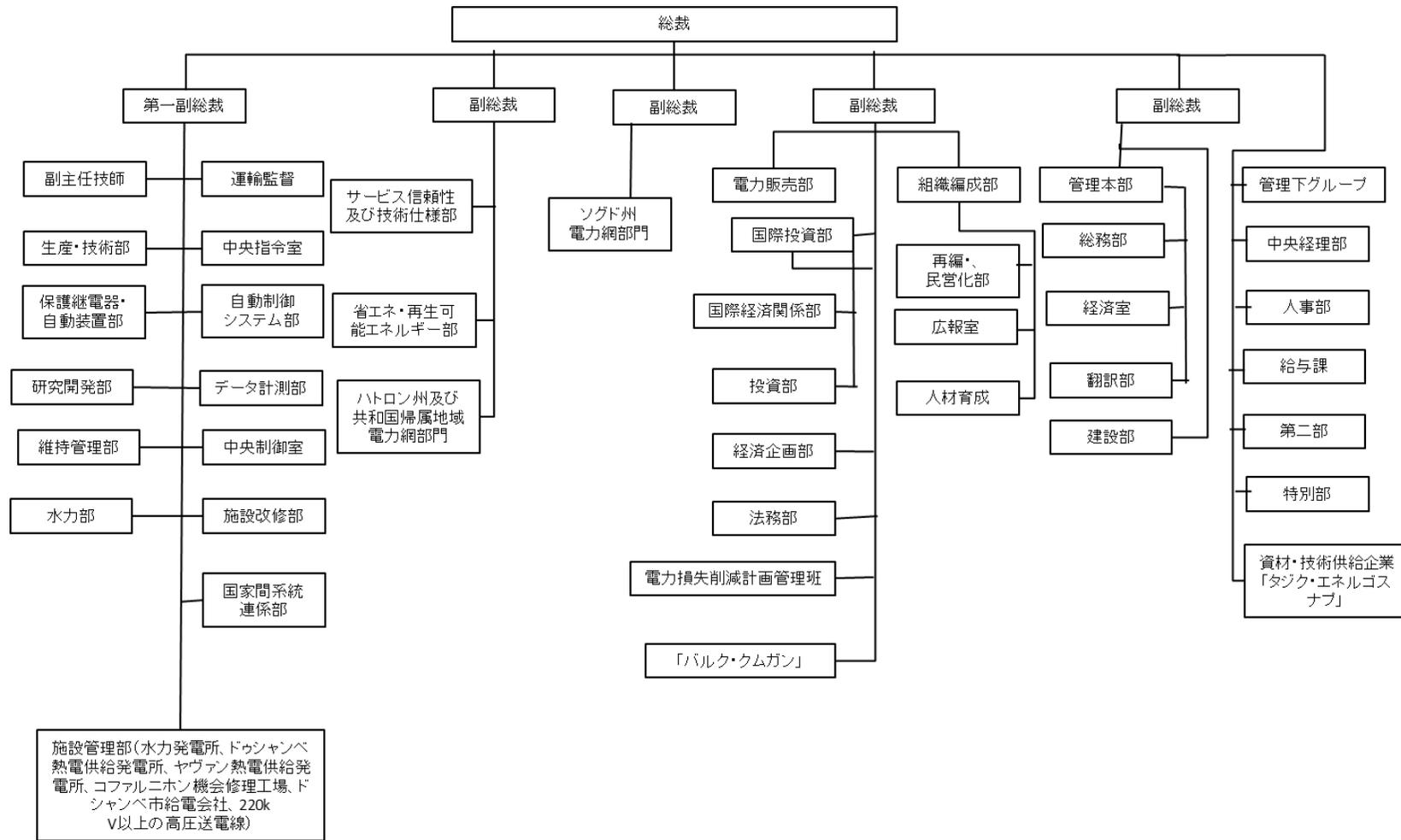


図 2-2 BT の組織図

出所：BT 資料を基に調査団が作成

(3) BTの現況

公益的使命を帯びた電力会社にとって、経済の発展と社会生活の向上に不可欠な低廉な電力の安定供給、電力品質の向上、無電化地域の解消、エネルギー利用効率の向上、環境影響の軽減などは不可欠であるが、BTはこれらについて多くの課題を抱えている。また、多額の累積損や料金回収率の低さなど財務体質面の課題もあり、厳しい経営状況となっている。

BTは財務・法律面で明確に国から分離された会社であるが、国はBTに同社が抱えるさまざまな課題を解決する経営改革を要請し、アジア開発銀行の支援で、2018年を目途に経営改革プランを実行することが2011年秋に決定され、現在推進中である。

経営改革は国のエネルギー政策の下、電力供給力の増加、電力利用効率の向上、組織運営の効率化、電気料金制度の見直し、経営の透明化など多岐にわたり推進されている。

この内、組織改編は改革の大きな目玉であり、BT本体については、発送分離を念頭に、発電、送変電ネットワーク、配電・小売の3事業分野に大きく機能分割した組織改編が行われることになっている。図2-3に組織改編の構想を示す。

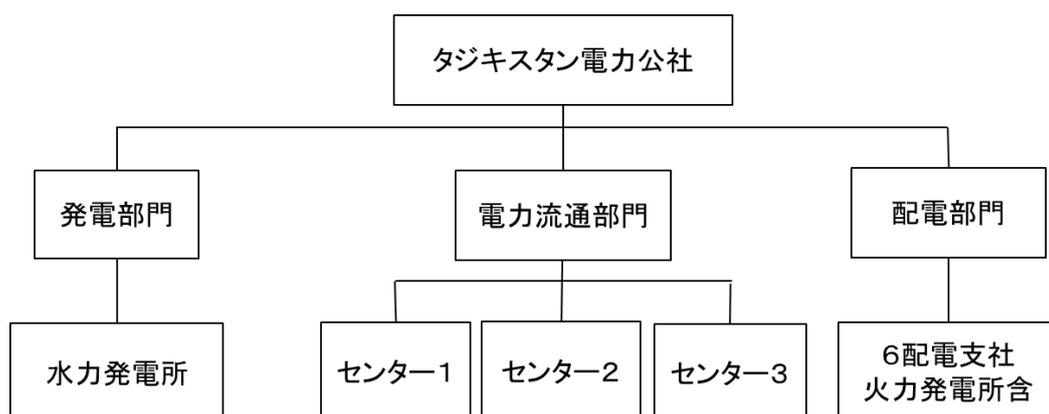


図 2-3 BT（タジキスタン電力公社）の組織改構想

出所：BT 資料を基に調査団が作成

電力供給力の増加については、水力電源の開発と改修による出力の増加、火力発電の石炭への燃料転換と改修による出力増加、再生可能エネルギーの電力系統への連系などの整備を含めた民間の力を活用した小水力の導入などがある。

電力利用効率の向上については、電力流通設備で発生する損失の低減及び需要サイドでの省エネルギー・節電の推進がある。

電気料金制度については、総括原価を下回らない料金単価への見直し、低廉な料金を維持するための国からの助成金のあり方、料金収納の仕組みの改善（スマートメーターの試行的導入）などがあり、国際会計基準の導入による財務をはじめとする経営の透明化も合わせて行われている。

設備投資については、国のエネルギー政策と経営改革を踏まえ、発電設備・電力流通設備について、新たな設備の建設と老朽化した設備の改修を主な対象として、海外からの支援を中心に推進している。

電力流通設備の投資は、220kV 送電線の新設と送電用変電所の改修が主に実施されているが、重要施設の建設、再開発が急ピッチで進められ、急激に需要が増加している首都ドシャンベ中枢部における供給力と信頼度向上のための増強は、十分に行われているとは言えない。このため、中枢部に立地する老朽化した変電所の改修・増容量と需要密度の高い地域への新設変電所の立地は喫緊の課題と言える。

また、配電用変電所の供給力の増加は、周辺変電所の負荷を軽くし、さらなる配電用変電所の改修・増容量工事の実現につなげていく契機になることから重要な位置づけになる。

2-1-2 BT の財務状況

BT の財務状況は、電力需要の伸びに伴う電気料金収入の増加と低廉な電気料金を維持するための政府からの助成があるものの、発電・送配電設備の増強と老朽設備対策としての設備投資費用の増加、隣国への売電収入の減少の一方で冬季のピーク需要を賄うための買電費用が増加するなど厳しい状況にある。

2012 年から 2015 年の 4 年間の BT の損益計算書を表 2-1 に示す。売上高には熱供給販売を含むが、売上高全体の 0.38%に過ぎず、売上高の伸びは電力需要の増加及び電気料金改定に伴う電気料金収入の増加によるものである。

経常利益は赤字が継続しており、電気料金が総括原価を下回る状況を示している。

表 2-1 BT の損益計算書

(単位:千ソモニ)

項目	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
売上高	1,099,377	1,227,977	1,306,015	1,548,665
売上原価	519,045	599,635	1,065,132	907,143
販売費(送配電含)	479,645	607,347	819,793	637,184
一般管理費	161,146	350,844	127,601	119,869
経常利益	▲ 60,459	▲ 329,849	▲ 706,511	▲ 115,531
為替差益	12,907	▲ 16,154	▲ 314,958	▲ 1,191,678
営業外利益	169,544	169,544	-	42,712
営業外費用	408,593	408,593	476,669	684,116
その他費用	25,340	25,340	222,813	73,072
税引前当期純利益	▲ 300,850	▲ 610,392	▲ 1,720,951	▲ 2,821,685
所得税他	30,720	26,842	15,723	21,089
純利益	▲ 331,570	▲ 583,550	▲ 1,736,734	▲ 2,842,786

注：▲は損失を示す

出所：BTの財務諸表より作成

なお、他の旧ソ連邦諸国と同様、タジキスタンの会計基準は、以前は政府への財務状況報告を主体としたものであったが、アジア開発銀行の経営改革プログラムの一環として、国際会計基準（IAS）の導入及び会計・財務管理の改善に係る技術支援が行われ、現在は会計基準が一新されている。

電気料金は、発電電力量のほとんどが低廉な発電原価である水力電源によることや簡単な料金体系にすることによる営業費用の抑制、電気料金維持のための政府からの助成金などにより、世界的にみても極めて安価な料金水準になっている。

大口の工場や施設、業務用ビルなどは、BT本体が季節別料金制度を含んだ相対契約により料金収入を行っており、一般の工場や業務用ビル、動力負荷、家庭用電気料金は支社により料金徴収業務が行われている。

大口の需要家は、タジクアルミニウム社、土地改良灌漑庁、ダ・アフガニスタンプレシアシェルカット社（アフガニスタンへの電力供給会社）、トジクヒムプロム社（化学製品製造会社）などであるが、同時にこれら大口需要家は後述するように、多額の売掛金の原因にもなっている。

電気料金については、ここ数年少しずつ見直しがされてきており、2012年から2014年にかけては40%程度値上がりしているが、依然として低いレベルにある。

表2-2に需要種別ごとに設定されている料金単価を示す。

表 2-2 需要種別別電気料金単価

	需要種別	1kWh 当たり料金単価	
		ディラム	円換算 ¹
1	産業・公営設備	30.6	4.20
2	タジクアルミニウム社 (Tajik Aluminium Company)		
	・ 5月1日～9月30日	7.2	0.99
	・ 10月1日～4月30日	11.8	1.62
3	公共施設	12.2	1.68
4	動力	8.2	1.13
5	ポンプ場 (土地改良灌漑庁所管の灌漑施設用など)		
	・ 4月1日～9月30日	2.2	0.30
	・ 10月1日～3月31日	8.2	1.13
6	一般のポンプ場等動力	2.2	0.30
7	一般家庭 (税込み)	12.6	1.73
8	電気の熱利用 (電気暖房・給湯)		
	・ 公共機関・非企業	75.8	10.41
	・ 公共機関・企業	22.4	3.08

注：¹1ソモニ = 100ディラム = 13.74円 (タジキスタン国立銀行のTTBレートの2016年4月から6月までの平均値)

- 2016年11月から各項目に16%加算される
- 単価は税を含まない金額を表示している

出所：BTの財務状況報告から調査団作成

検針、料金計算、請求といった料金徴収業務のシステム化 (IT化) は遅れており、売掛金が増加している要因の一つになっている。

2015年のグループ全体の料金徴収率は76.1%で、料金収入の16.1%を占めるタジクアルミニウム社の料金徴収率は88%であった。この結果、2015年の売掛金総額は8億6千万ソモニになっており、大口の債務者として、タジクアルミニウム社 (4億1千2百万ソモニ)、土地改良灌漑庁 (4千6百万ソモニ)、ダ・アフガニスタンプレシナシェルカット社 (1千7百万ソモニ)、トジクヒムプロム社 (1千6百万ソモニ)、ドシャンベ熱供給会社 (1千万ソモニ) などへの売掛けがある¹。

資産負債状況については、表2-3の2012年から2015年の4年間のBTの貸借対照表に示すように、設備投資の増加などに伴う負債が増加し、ここ数年の純損失の継続により多額の累積損が発生している。

¹ 出所：Country Partnership Strategy: Tajikistan, 2016–2020 Sector Assessment (Summary): Energy (2016年8月、アジア開発銀行)

表 2-3 BT の資産負債状況

(単位：千ソモニ)

項 目	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
固定資産	5,112,973	5,345,331	9,209,365	10,484,943
流動資産	1,200,097	1,871,940	1,310,468	1,070,342
総資産	6,313,070	7,217,271	10,519,833	11,555,285
固定負債	2,881,679	2,872,236	3,278,884	6,171,457
流動負債	2,414,602	3,911,796	4,486,664	5,446,064
資本金	383,863	383,836	383,836	410,101
留保利益	608,660	25,100	-	-
資産再評価積立金		-	5,051,949	4,803,071
累積損		-	▲ 2,705,733	▲ 5,299,629
負債・資本合計	▲ 10,113	7,217,271	10,519,833	11,555,285

注：▲は損失を示す

出所：BTの財務状況報告から調査団作成

2-1-3 技術水準

本事業の実施機関であるBTは、全国の発電所、変電所及び送配電網の運用・維持管理を安定的に行っている。本社は、設備計画、系統運用、送配電設備の運転・保守技術を所管しており、それぞれに専門技術者を配置している。配電会社は運転・保守の現場技術に詳しい人材を保有しており、電力公社全体の訓練センターも運営するなど一定の技術水準を維持している。

しかしながら、経験の少ないIED (Interigent Electronic Device) を使ったデジタルリレー、コンパクト設計された配電用開閉設備などが導入されることから、運転・維持管理マニュアルを供与し、本計画の工事期間中に日本側技術者により設備の運用・保守点検に関するOJT を実施するものの、運転開始後も技術移転と定着のためのさらなる取り組みが必要である。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 既存の変電設備の概要

ドゥシャンベ中枢部への電力供給は、郊外の基幹系統の3箇所の220kV変電所 (Novaya, Ordg-Abad-2, Jangal) から26箇所の110kV変電所に送電されている。更に110kV変電所から35kV, 10kV配電線が樹脂状に伸びている。

これらの変電所は屋外空気絶縁方式の受電開閉設備と、110kVを35kV, 10kV, 6kVの配電電圧に降圧する変圧器 (2巻線あるいは3巻線) から構成されている。

35kV配電線の引出は架空線がほとんどであるが、一部は地中ケーブルとなっている。10kV配電線の引出は変電所から地中ケーブルで出た後、変電所近傍の電柱に立上げられ架空線で配電されるのが一般的となっている。

既設のプロミシレンナヤ変電所供給エリアの需要家数及び電力需要の推移を表 2-4 と表 2-5 に示す。

表 2-4 プロミシレンナヤ変電所供給エリアの需要家数推移

	2013年	2014年	2015年
供給エリア需要家数	16,772	16,756	16,828
参考：デュシャンベ全体	204,773	201,208	207,521
参考：シノ地区の需要家	学校：11、医療施設：2、店舗：73、企業：92、 マーケット：5、高層ビル：187、その他：754		

出所：BT資料を基に調査団が作成

表 2-5 プロミシレンナヤ変電所供給エリアの電力需要推移

需要家内訳	電力消費量(MWh)		
	2011年	2012年	2013年
産業・公営設備	26,393	34,494	37,978
公共施設	3,888	8,999	10,439
ポンプ場等動力	1,522	3,521	4,049
一般家庭	121,215	137,416	160,776
合計	152,027	184,430	214,243

出所：BT 資料を基に調査団が作成

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) 本事業対象サイトの周辺状況

既設のプロミシレンナヤ変電所は、道路幅が広い通りに面している。この道路を含め周辺の道路改良工事が行われているが、大型機器の搬入が開始される前には整備が終了する予定である。

既設設備は全て新しい機器に取替えられるが、新たな電源送電線、配電線などの増設は必要なく、機器搬入・搬出を除き周辺への影響はほとんど無い。

新設のラディオスタンツィヤ変電所の建設用地は、再開発地域の一面にあり、北側、東側には平屋建ての住宅地がある。

変圧器など大型重量物は、南側大通りから再開発用地内の道路を利用して搬入する予定であり、再開発計画スケジュールと調整する必要がある。

(2) 鉄道・道路

変電所工事にあたっては、変圧器輸送が可能な鉄道路線と道路ルートの確保が重要となる。貨車輸送については、ロシアとつながっている鉄道の支線を使い貨車取り可能なドシャンベ第2駅があり、道路についてもドシャンベの幹線道路は道幅が広く、道路網が整備されていることから、変電所まで低床トレーラーで変圧器を輸送することは十分可能である。

(3) 情報通信

携帯電話網が整備されている。また、インターネット回線も事務所内で Wi-Fi の活用が可能な環境にある。

(4) 水道

下水道網は整備されており、変電所への接続が可能な状況にある。

2-2-2 自然環境

(1) 地形、地質

タジキスタンは、中央アジア南西部の北緯 36 度 40 分～41 度 5 分、東経 67 度 31 分～75 度 14 分の間位置し、アフガニスタン、ウズベキスタン、キルギス、中国と国境を接している。インド、パキスタン、トルクメニスタン、イランに近く、古くからユーラシア大陸高原地帯における横断路の中継地の一つとなっている。

国土面積は 14.3 千 km²で日本の約 4 割の広さであるが、国土の約 94%を山岳地帯が占めており、その半分以上が標高 3,000m を超えている。東部のパミール地方のゴルノ・バダフシャン自治州の州都ホログは標高 2000m を超え、さらに中国との国境に至るパミール高原は、イスマイルソモニ山 (7,495m)、レーニン山 (7,135m)、コルジェネフスカヤ山(7105m)といった 7,000m を超える峰々が 800km に渡って連なり、世界の屋根 (The Roof of the World) と呼ばれている。これらの山脈は 100 万年前にインド大陸がユーラシアプレートに衝突した衝撃によって形成された。

一方、首都ドゥシャンベのあるタジキスタン南西部はタジク沈降帯とよばれ、標高は700～800mでそれほど高くなく、北西部のフェルガナ盆地は標高300～500m前後と最も低くなっており、ウズベキスタン、キルギスと入り組んで国境を接している。

国内は様々な地質年代の岩石と堆積物によって多様な地質構造を形成している。南西部から北東部は、主として、第四紀、新第三紀、そして古第三紀の地層が確認される。中央部はカンブリア時代、オルドビス紀、ジュラ紀、白亜紀、二畳紀の地層が確認される。西部のパミール高原では先カンブリア時代、ジュラ紀、白亜紀、三畳紀の地層が確認される。ドゥシャンベの沈降帯は中世代後期から新生代にかけての堆積岩が広く分布している。

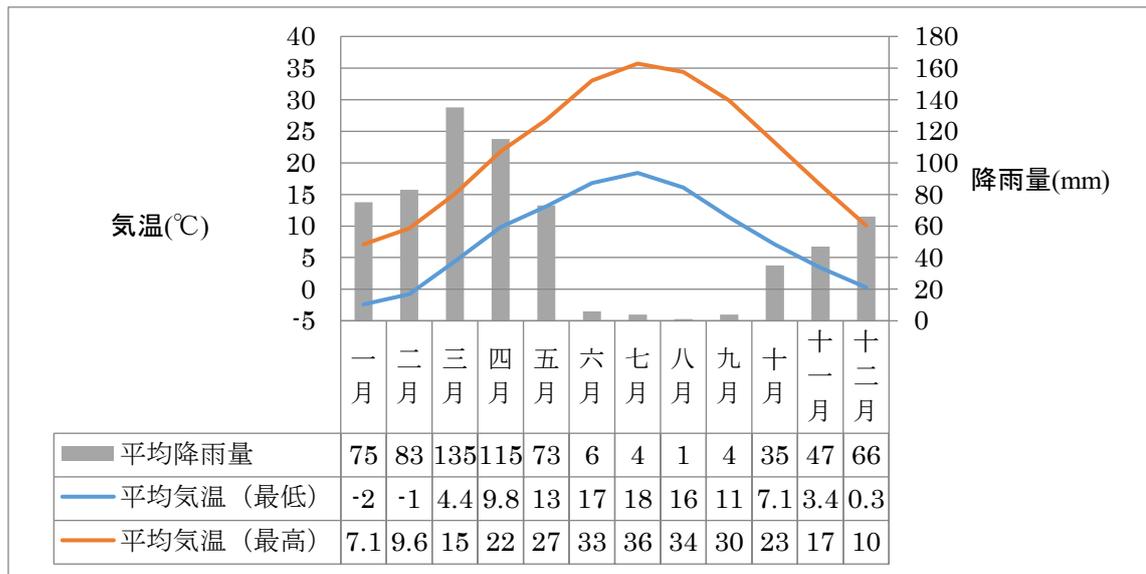
山岳地帯の雪解け水と降雨は、アムダリヤ川、バクシュ川、パンジ川、バルタン川、ザラフシャン川の主要河川に集積され南部のアフガニスタン国境地域に流れ下っている。

首都ドゥシャンベは、北から南にドゥシャンベ川が流れ、ドゥシャンベ川の東側の高台に市街地の中心部が形成され、東に向かうほど徐々に高くなり丘陵に繋がっている。道路や公園は、木々の緑で覆われ、豊富な水資源を活用して、噴水や散水車による道路や樹木への散水が日常的に行われている。ドゥシャンベ川の西側は、川沿いに設置された堤防の底部のレベルで広がっており、工場地帯を形成しているが、近年の人口増に対応してアパートの建設が増加している。

(2) 気候

タジキスタンは大陸性気候で、平野部では6月～9月は暑く乾燥した気候となり、最高気温が35度を越え、12月から2月にかけては、平均気温は零度以下になり積雪がある。

ドゥシャンベの夏季の気温は27℃～36℃と暑く、冬季は-2℃～10℃とそれほどの寒さにはならず、積雪もほとんど無い。年降水量は650mmであり、特に夏季は雨天日が少なく日射が多い気候となっている。図2-4にドゥシャンベの気温・降水量データを示す。



注：(2013年～2015年平均値)

図 2-4 ドウシャンベの年間気温・降水量推移

出所：BT からの情報を基に調査団が作成

(3) 地形測量・地質調査結果

設計を行うにあたり、プロミシレンナヤ変電所、ラディオスタンツィヤ変電所、グラポチタント変電所の地形測量並びに地質調査を行った。

調査の項目と概要は以下のとおりである。

- ・ 地形調査 新設、既設変電所敷地の平面測量
- ・ 地質調査 新設、既設変電所敷地のボーリング、貫入試験、室内試験

プロミシレンナヤ変電所の地盤構成は、表土（礫混じり粘性土）0.5m、2.5m 程度のシルト質細砂層、その下部は礫層となっている。

シルト質細砂層は N 値 20 程度、単位重量 1.8kN/m³、内部摩擦角 25 部程度を示し、比較的締まった土質である。長期地耐力は 100kN/m²程度あり、設備基礎及び建屋の支持地盤として問題ない。

ラディオスタンツィヤ変電所の地盤構成は、表層 0.3m、3m 程度の盛土層（締まった礫混じり土粘性土層）、13m～14m のシルト質細砂層、その下部は礫層となっている。

盛土層は玉石混じり砂礫土であり、土質調査での試掘穴は 2m 深の掘削をほぼ直で行っていたが、締まった土質であることが確認できた。

シルト質細砂層は N 値 15 程度、単位重量 1.8kN/m³、内部摩擦角 25 部程度を示し、比較的締まった土質である。長期地耐力は 120kN/m²程度あり、設備基礎及び建屋の支持地盤として問題ない。

グラポチタント変電所の地盤構成は表土 0.3m、盛土層（締まった礫混じり土粘性土層）、1.4m～3m の硬質シルト層、その下部は礫層となっている。

盛土層、シルト質細砂層はラディオスタンツィヤと同程度の性状を示している。

平面測量は、各変電所予定地について、地形・地物の位置を測定し地形図として纏めた。

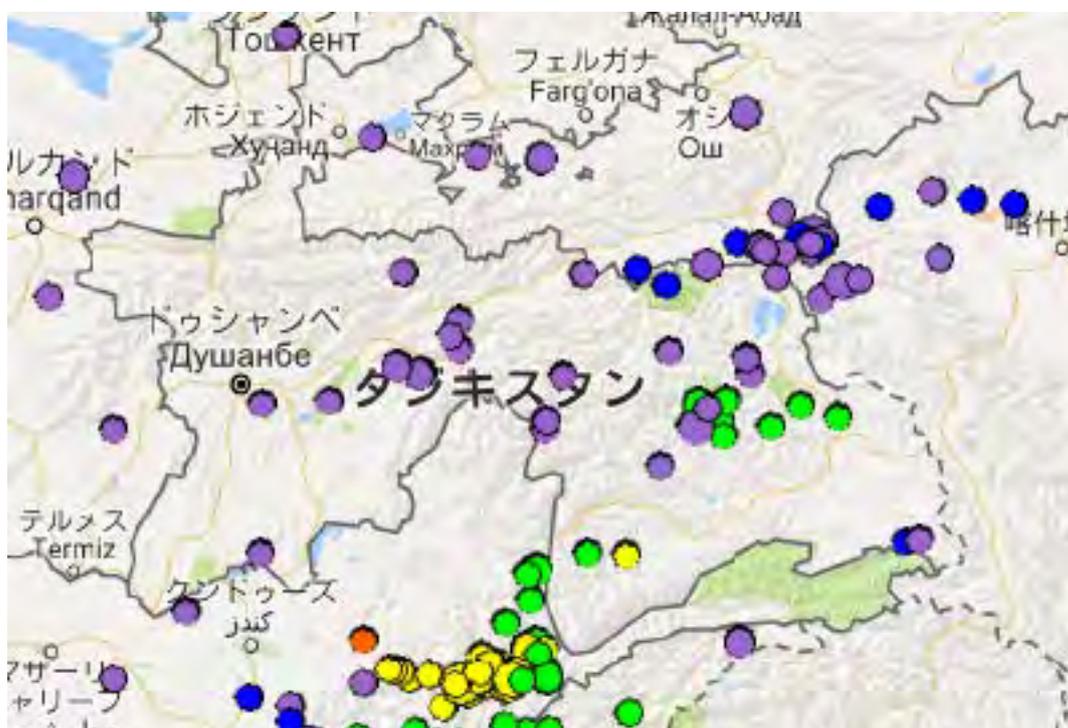
プロミシレンナヤ変電所は既存の変電所であるため、各設備、建屋の位置形状も図化した。標高はドゥシャンベの公共基準点を用いた。

地形測量結果を別添資料 11 に、地質調査結果を別添資料 12 に示す。

(4) 地震

タジキスタンでは中央部から北東部を中心に、マグニチュード 5 以上の地震が多く発生している。1978 年には、Gorno-Badakhshan 州とキルギスの国境周辺でマグニチュード 6.8 の地震が発生し、2012 年 5 月には中央部の Obikhingou でマグニチュード 5.7 の地震が発生し被害が出ている。

1970 年以降に発生したマグニチュード 5 以上の震源位置を図 2-5 に示す。いずれもマグニチュード 5.0～6.0 の地震であり、地震リスクの低い地域と言える。



注：○は震源を示し、震源深さを色で示している。紫は比較的浅い地震である。

図 2-5 1970 年以降のマグニチュード 5 以上の地震発生状況

出所：IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) 「Seismic Monitor」

2-3 環境社会配慮

2-3-1 環境影響評価

2-3-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

(1) 事業概要

当初想定されたタジキスタン側要請の本環境影響評価の対象は、1箇所の既存変電所の改修、2箇所の変電所の新設及び、新設変電所電源供給地下ケーブルの敷設である。改修予定のプロミシレンナヤ変電所は、ドゥシヤンベ川西側の工場地帯の一角にあり、周囲3カ所を道路で囲まれている。新設のラディオスタンツィヤ変電所予定地は、ドゥシヤンベ川東側の高台にある。新設のグラポチタント変電所予定地は、ドゥシヤンベ川東側の低地で、競馬場と接している。

事業概要を表 2-6 に示す。

表 2-6 事業概要

項目	変電所名	規模	計画地の位置
			住所
変電所改修	プロミシレンナヤ	敷地面積：8,322.20m ² 主要機器一覧： ①変圧器 110/35/10kV(25/25/25MVA) (1960年製、今回取替対象)、115/11kV(16/16MVA)(2015年製) ②110kV 遮断機 2台取替 ③35kV・10kV 開閉設備 ④開閉器・保護制御盤等収納建屋 2棟(今回新設) 構造：ブロック造 建屋面積 保護制御盤・ 10kV 開閉器：230m ² 35kV 開閉器：48m ²	Jabbor Rasulov Avenue, Sino district, Dushanbe
変電所新設	ラディオスタンツィヤ	敷地面積：1,401.0m ² 主要新設機器一覧： ①変圧器 110/35/10kV (40/20/20MVA) 2台 ②110kV 遮断器 2台 ③35kV・10kV 開閉設備 ④開閉器・保護制御盤等収納建屋 1棟(今回新設)構造：ブロック造 建屋面積：210m ²	Habib Ahrori Street, Somoni district, Dushanbe

変電所新設	グラポチタント	110/10/6kV (3巻線) 変圧器容量 25MVA ・ 110kV の屋外空気絶縁変電設備 (AIS) ・ 110/10/6 kV (3巻線) 25MVA 変圧器 2 台 ・ 10kV、6kV の屋内型配電盤及び収納建物 ・ 運転制御・保護リレー盤及び収納建物 (Control Room)	Habibullo Nazarov Street, South-East part of the capital park “Navruzgoh”, Somoni district, Dushanbe city
地中ケーブル埋設	グラブナヤ ↓ グラポチタント	・ Glavpochtamt 新設変電所電源供給送電線 (110kV、2回線 x 25MVA、250mm-sq 敷設長 1.7km/地下埋設ケーブル方式) の敷設	—

(2) 相手国の環境社会配慮制度・組織

タジキスタン共和国の環境管理を管轄する CEP の組織図を図 2-6 に示す。

Organizational Chart of Committee for Environmental Protection of the republic of Tajikistan

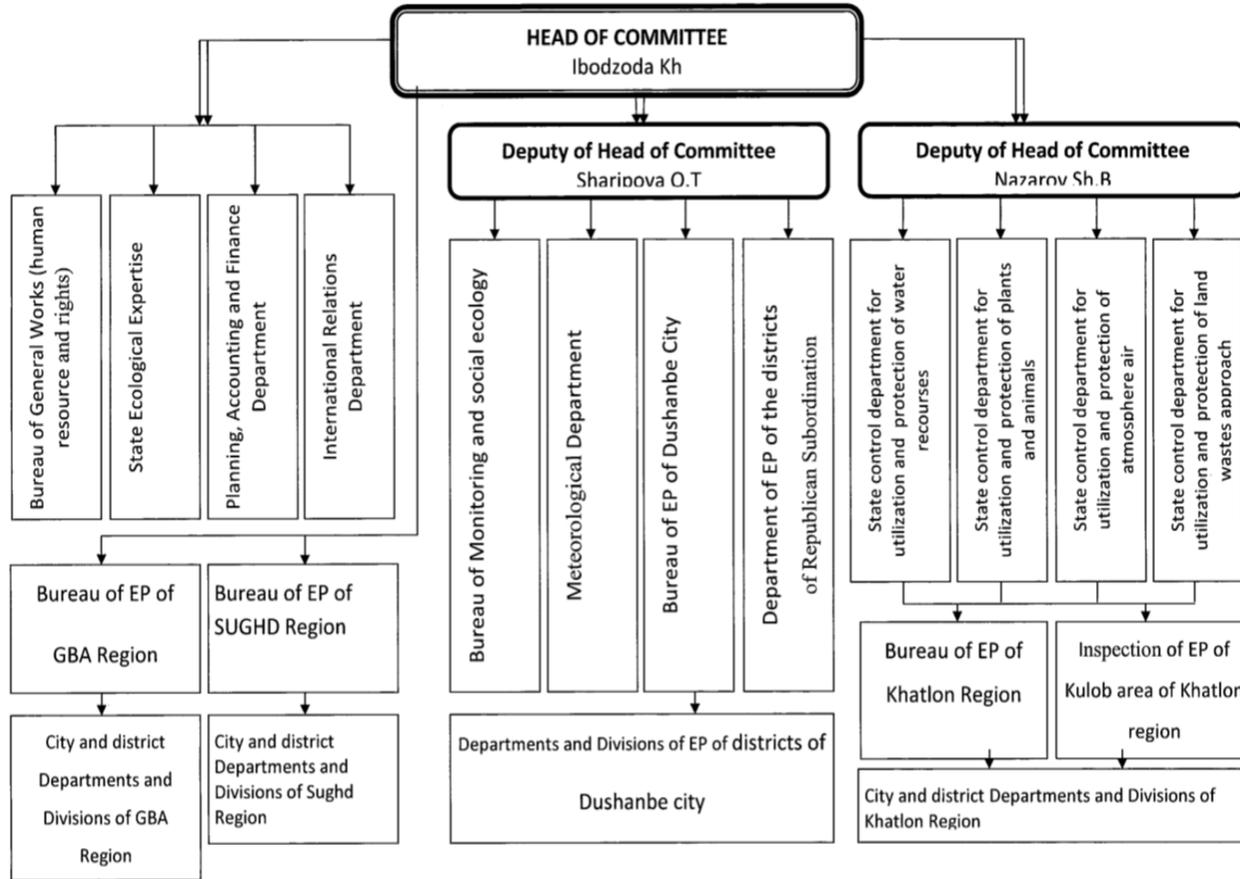


图 2-6 CEP (环境保全委员会) 组织图

2-3-1-2 スコーピング及び環境社会配慮・気候変動緩和の TOR

(1) スコーピング

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	D	工事中：工事用車両、建設機材等の稼働に伴い、一時的ではあるが、粉塵及び排出ガスによる大気質への影響が想定される。しかし、工事の規模は小さく、影響範囲は限定的である。 供用時：大気質の悪化を引き起こすような作業等は想定されない。
	2	水質汚濁	B-	B-	工事中：変圧器に使用されている絶縁油の流出、工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性がある。 供用時：変圧器に使用されている絶縁油の流出による水質汚濁の可能性がある。
	3	廃棄物	B-	D	工事中：工事により建設廃材、土砂等の発生が予想される。当該国の基準等に照らして適正に処理されるよう対応が必要。 改修を行う既存変電所（プロミシレンナヤ変電所）では、変圧器、コンデンサ、安定器等が PCB が含有されていないかを確認する必要がある。 →機器に PCB が含有している場合、当該国の基準等に照らし「PCB 廃棄物」と「PCB の無い廃棄物」に分別して適正に保管・処理が必要。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	4	土壌汚染	B-	B-	工事中：変圧器に使用されている絶縁油、建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性がある。 供用時：変圧器に使用されている絶縁油の流出による土壌汚染の可能性がある。
	5	騒音・振動	B-	C	工事中：工事作業による騒音及び建設機材、工事車両による騒音が想定される。 供用時：変圧器により周辺住民への騒音の影響が想定される。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	D	事業対象地に希少な動植物は存在しないことから、生態系への影響はほとんどないと考えられる。
	11	水象	D	D	工事中： 河川等の水流や河床の変化を引き起こすような作業は想定されていない。
	12	地形、地質	B-	D	2箇所の変電所の新設予定地（ラディオスタンツィヤ変電所並びに、グラポチタント変電所）では、基礎工事等により地形・地質へ影響の可能性はある。
社会環境	13	住民移転	D	D	2箇所の変電所の新設予定地（ラディオスタンツィヤ変電所並びに、グラポチタント変電所）の用地利用申請がなされており、非自発的住民移転は生じない想定。
	14	貧困層	D	B+	供用時：本事業で停電回数が減ることにより、貧困層にとっても正の影響が見込まれる。
	15	少数民族・先住民族	D	D	事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の 地域経済	D	A+	本事業で停電回数が減ることにより、地域経済にとっても正の影響が見込まれる。
	17	土地利用や 地域資源利用	D	A+	本事業で停電回数が減ることにより、地域経済にとっても正の影響が見込まれる。
	18	水利用	C	C	工事中：事業対象地周辺の河川等で水利用がある場合には、工事中の濁水による影響が考えられる。 供用時：事業対象地周辺の河川等で水利用がある場合には、降雨時の油の流出による影響が考えられる。
	19	既存の社会インフラ や社会サービス	B-	A+	工事中：工事中の交通渋滞が想定される。 供用時：停電回数が減ることにより、既存の社会インフラや社会サービスにとっても正の影響が見込まれる
	20	社会関係資本や地域の 意思決定機関等の 社会組織	D	A+	本事業で停電回数が減ることにより、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織にとっても正の影響が見込まれる。
	21	被害と便益の偏在	D	D	本事業で停電回数が減ることにより周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはほとんどないと考えられる。
	22	地域内の利害対立	D	D	本事業で停電回数が減ることにより地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	23	文化遺産	D	D	事業対象地及びその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	D	D	本事業では地下埋設ケーブルを主体とするため、景観への影響はほとんどないと考えられる。
	25	ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の 感染症	D	D	感染症が広がる可能性は想定されない。
	28	労働環境 (労働安全を含む)	B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
気候変動 緩和	29	化石燃料使用	B-	B+	供用時：変電ロス低減により、冬季に稼働する火力発電設備の化石燃料削減が想定される。
	30	温室効果ガス排出	B-	D	工事中：不適切な取り扱いにより地球温暖化係数の大きいガス遮断機、PT(Potential Transformer), CT(Current Transformer)の SF ₆ が不用意に大気放出される。
その他	31	交通渋滞	B-	D	工事中：工事中の交通渋滞に対する配慮が必要である。
	32	事故	B-	B-	工事中：工事中の事故に対する配慮が必要である。
	33	越境の影響	D	D	本事業が実施されるドゥシャンベは国境から離れており、工事規模も大きくないことから、越境の影響はほとんどないと考えられる。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

(2) TOR

環境項目	調査項目	調査手法
代替案の検討	①地下埋設ケーブルルート、ケーブル埋設方式検討	①事業費、河川への影響、社会環境への影響、交通環境への影響、自然環境影響
環境影響調査並びに環境許可取得	①環境影響調査 ②エネルギー水資源省による環境許可申請の支援	①関連法制度調査 ②CEP の指示内容の把握 ③現地踏査
1 箇所の変電所の新設予定地の用地取得	① 1 箇所の変電所の新設予定地（ラディオスタンツィヤ変電所）の用地取得状況 ②用地取得に伴う要件	①エネルギー水資源省
大気	①大気環境状況	①現地踏査
水質	①タイヤ洗浄実施時の水質汚濁対策	①CEP の指示内容の把握
廃棄物	①変圧器、コンデンサの PCB の含有の有無と保管方法、処理方法 ②建設廃棄物の処理方法	①関連法制度調査、関連機関へのヒアリング
土壌汚染	①工事中のオイル漏れ防止策（変圧器含む）	①工事の内容、工法の確認
騒音・振動	①発生源から居住エリアまでの距離 ②工事中の影響	①現地踏査及びヒアリング
地形、地質	① 新設予定地の工事による影響	①1 箇所の改修を行う変電所（プロミシレンナヤ変電所）敷地、2 箇所の変電所の新設予定地（ラディオスタンツィヤ変電所並びにグラボチタント変電所）の地形、地質調査
用地取得・住民移転	①用地取得・住民移転が不要であることの確認 ②JICA ガイドラインとタジキスタン国法制度との GAP 分析	①現地踏査による用地確保地点、ケーブル埋設工事ルートと住居等との位置関係確認 ②関連法制度調査
労働環境(労働安全を含む)	①労働安全対策	①関連機関へのヒアリング
化石燃料の使用に伴う温室効果ガスの排出	①変電ロス低減による冬季に稼働する火力発電設備の化石燃料削減	①変電ロス電力量の低減量（GWh）調査 ②火力発電設備毎の発電量、燃料使用量調査
ステークホルダー協議	①エネルギー水資源省によるステークホルダー協議実施の支援	①住民協議(プロミシレンナヤ、ラディオスタンツィヤ、グラボチタントの 3 地点) 開催時期：2016 年 10 月 対象：近隣住民

2-3-2 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)

2-3-2-1 環境影響調査並びに環境許可取得

(1) 環境影響の評価・低減に係る枠組み

1) 環境影響評価・低減に係る枠組み

環境影響評価・低減に係る枠組みは、タジキスタン国憲法の下に制定された「環境保護法 No.760 : 2011年8月2日制定」、「Ecological Expertise 法 (EE 法) No.818 : 2012年4月16日制定」に基づき、図 2-7 に示す。

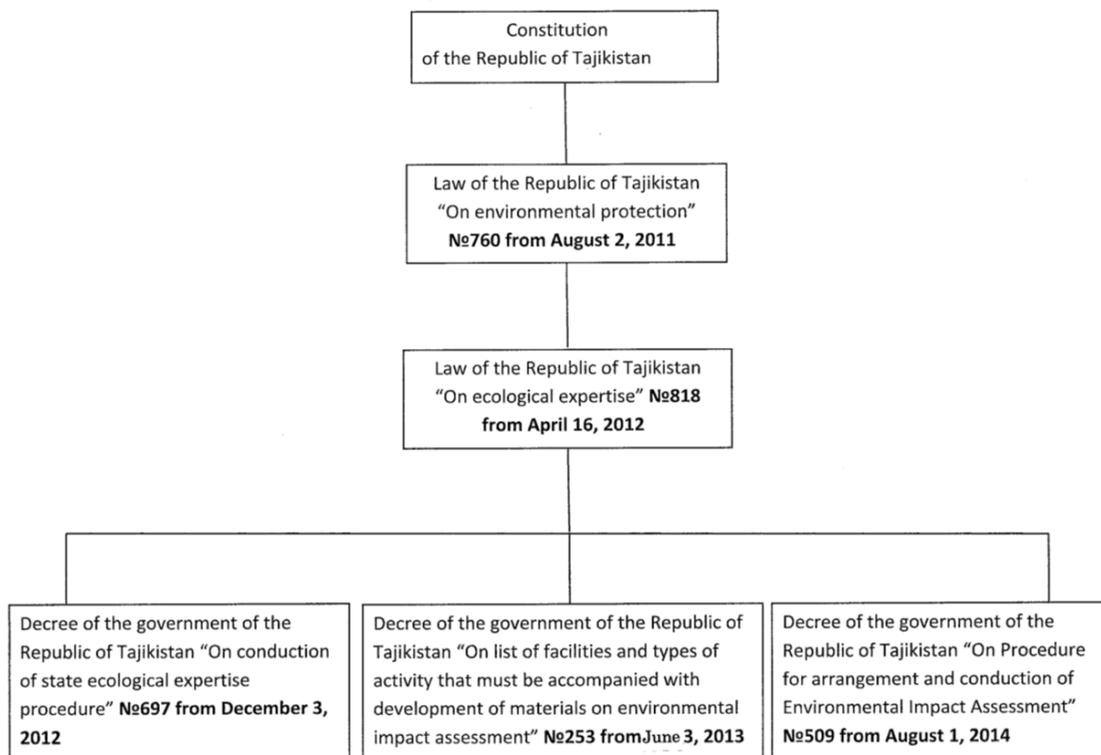


図 2-7 環境影響評価・低減に係る枠組み

2) EE 法並びに環境影響評価に関する規定

Ecological Expertise (EE) 法 (No.818) (2012年4月16日制定) は、環境影響評価 (EIA) を含む幅広い概念の法律であり、最終的な目的はプロジェクト実施のための環境許可 (Environmental Permission) を得ることにある。EE 法実施の監督機関は CEP である。

EE 法の下に制定された Decision No. 253 (June 3, 2013 制定) は、活動の種類及び予想される環境への影響度合いに応じ、プロジェクトをカテゴリー I から IV に分類しており、また、Decision No. 509 (August 1, 2014 制定) はカテゴリー毎の環境影響評価の要求事項を規定しており、表 2-7 に示す。

表 2-7 Decision No. 253 に基づくプロジェクトの分類ならびに
Decision No. 509 に基づく環境影響評価の要求事項

		EIA Program	Section Environmental Protection		Statement of EIA	影響度	例
C A T E G O R Y	I	○	—	—	—	High	・高速道路建設
	II	—	○	—	—	Medium	・地方道路建設
	III	—	—	○	—	Low	・穀物貯蔵所建設
	IV	—	—	—	○	Local	・製パン所
環境許可		○ 60 日間	○ 30 日間	○ 30 日間	○ 30 日間	/	
ステークホルダー協議		○	—	—	—		
JICA 環境社会配慮ガイドライン		カテゴリ A	カテゴリ B	カテゴリ C			
		EIA	IEE	—			

EIA : Environmental Impact Assessment

IEE : Initial Environmental Examination

3) 環境許可取得プロセス

EE 法の下に制定された Decision No. 697 (December 3, 2012 制定) は、環境許可取得プロセスを規定しており、図 2-8 に示す。

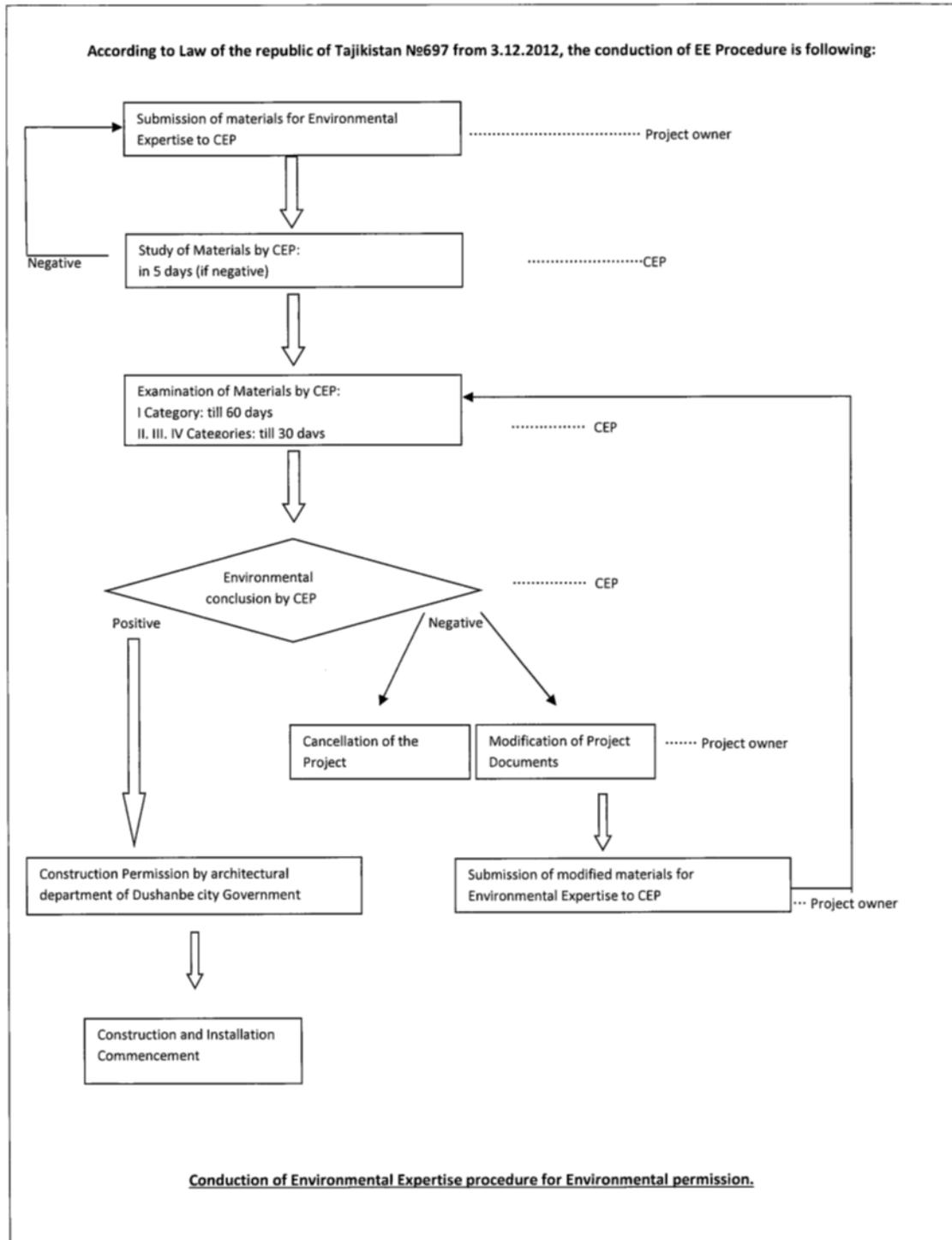


図 2-8 環境許可取得プロセス

(2) プロジェクトのカテゴリ

1) 変電所の改修及び変電所の新設

カテゴリー III (JICA カテゴリ C 相当)

2) 110kV 地中ケーブルの敷設 (グラブナヤ〜グラポチタント約 1,700m)

カテゴリ II (JICA カテゴリ B 相当)

なお、今回、グラポチタント変電所改修並びに 110kV 地中ケーブルの敷設は実施しないため、プロジェクトのカテゴリは、III となる。

(3) 環境許可申請

1) 環境許可申請日：2016 年 9 月 13 日申請：№8-1797

エネルギー水資源大臣から CEP に対し申請

2) 提出文書

提出文書を表 2-8 に示す。

表 2-8 提出文書リスト

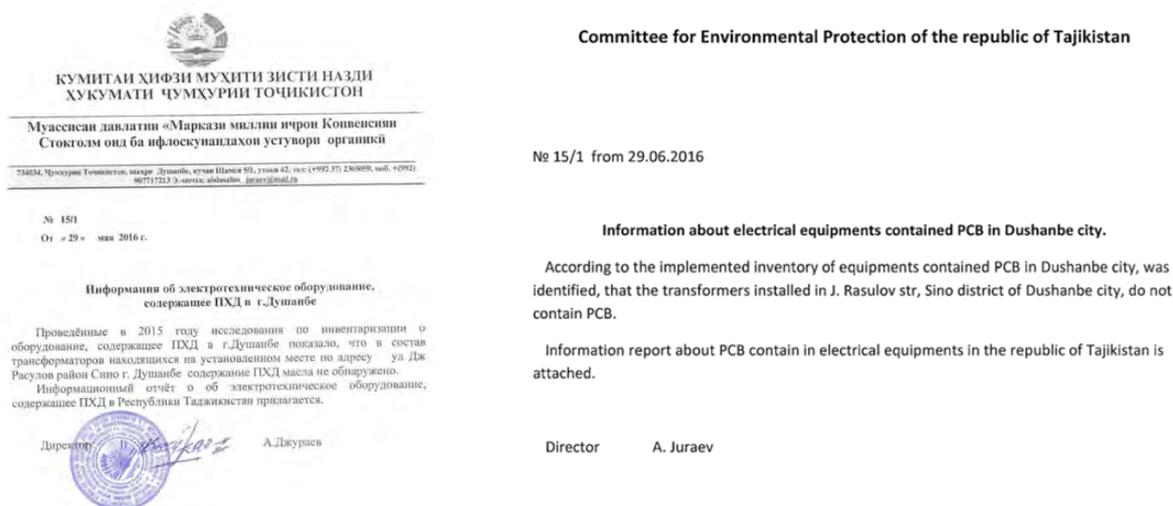
No.	File Name
1.	Overview of the project Version04
2.	Assessment of Underground Electric Cable Laying Route
3.	Assessment of the Construction Work for Substations Version04
4.	Summary of Trees Survey in Underground Cable Route Version03
5.	Photo Trees Survey in Underground Cable Route Version03-1__5
6.	Photo Trees Survey in Underground Cable Route Version03-2__5
7.	Photo Trees Survey in Underground Cable Route Version03-3__5
8.	Photo Trees Survey in Underground Cable Route Version03-4__5
9.	Photo Trees Survey in Underground Cable Route Version03-5__5
10.	Radiostantsiya Substation Site Version06
11.	Promyshlennaya Substation Version06-1_2
12.	Promyshlennaya Substation Version06-2_2
13.	Equipment and Material List to be removed from Promyshlennaya SS
14.	Draft Implementation Schedule
15.	Document List for Environment Permission Version06
16.	Glavpochtamt SS Land Certificate
17.	Glavpochtamt SS Land Plot Layout Drawing
18.	Radiostantsiya SS Land Certificate
19.	Radiostantsiya SS Land Plot Layout Drawing

3) 環境許可申請対象範囲

- ・ 既設プロミシレンナヤ変電所改修
- ・ ラディオスタンツィヤ変電所新設
- ・ グラポチタント変電所新設
- ・ 地中送電線敷設 (既設グラブナヤ変電所～新設グラポチタント変電所)

4) PCB 含有設備の有無 (既設プロミシレンナヤ変電所)

既設プロミシレンナヤ変電所の改修工事に際し PCB 含有品の有無を調査した。タジキスタン共和国は、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants : POPs 条約) に 2007 年 2 月 8 日批准し、国内の PCB (ポリ塩化ビフェニル) 等のインベントリデータを調査済みであり、本インベントリデータから既設プロミシレンナヤ変電所には、PCB 含有設備が無いことを確認した。証明書を図 2-9 に



示す。

図 2-9 PCB 含有設備を保有していないことの証明書

- ・ ストックホルム条約 (残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 : (POPs) 2004 年 5 月 17 日に発効。タジキスタン共和国は、2007 年 2 月 8 日批准
 - ・ POPs (Persistent Organic Pollutants : 残留性有機汚染物質)
- 毒性が強く、残留性、生物蓄積性、長距離にわたる環境における移動の可能性、人の健康又は環境への悪影響を有する化学物質のこと (ダイオキシン類、PCB (ポリ塩化ビフェニル)、DDT 等。

5) 廃棄物の適正処理

廃棄物の適正処理方法を表 2-9 に示す。

表 2-9 廃棄物の適正処理方法

Type of waste material	Disposal Method	Waste disposal site
Excavated surplus soil	Carry to the disposal site	Hard Disposal Stockyard (Approx. 15km East from the Center of Dushanbe)
Asphalt paving waste material	Carry to the disposal site after crushing process	
Concrete scrap		
Brick		

6) 用地取得

新設のラディオスタンツィヤ変電所用地利用許可証 (Land Permission) は、2016 年 1 月 27 日付でドゥシャンベ市長が BT に対し発行している。変電所用地が確保済みであると共に住民の移転は不要。

(1) 用地利用許可証 (Land Permission) 発行番号 : No. 19

(2) 用地利用許可証の許可条件

- ・変電所用途のみの土地利用に限定
- ・3 年以内の着工 (着工しない場合は、土地の返上)
- ・工事中の車両のタイヤ洗浄

対策： 工事中は、各変電所にタイヤ洗浄設備を設置し、汚水は油水分離装置を通して油分、土砂等を分離した後、下水道に排水。

工事中の車両のタイヤ洗浄に関する対応計画を表 2-10 に示す。

表 2-10 工事中の車両のタイヤ洗浄に関する対応計画

No.	変電所	環境対策手段	担当者	実施期間
1.	プロミシレンナヤ	タイヤ洗浄設備		18 ヶ月
		油水分離装置		
		高圧洗浄設備 (リース)		
2.	ラディオスタンツィヤ	タイヤ洗浄設備		18 ヶ月
		油水分離装置		
		高圧洗浄設備 (リース)		

(2) 環境許可証の発行

1) 発行日：2016年10月10日 016証の発行

2) 許可条件

- ・ 工事に当たっては、タジキスタンの環境面・衛生面の規定を厳守すること。
- ・ 環境管理担当部局が承認した様式に従って、環境保全に関する対応計画を策定しておくこと。
- ・ 環境保全に関する対応計画を厳守し、環境保全を推進すること。
- ・ 環境面、生態学的な配慮を行って工事を行うこと。
- ・ 表流水と地下水を汚染させないよう必要な対策を実施すること。
- ・ 廃棄物は、分別して適正処理すること。
- ・ 緊急事態には、水供給タンクや土壤に汚水が流れないように処置すること。
- ・ 工事車両のタイヤは洗浄して汚れを除去すること。
- ・ 工事中の騒音・振動の環境影響を抑えるため、綿密な工事計画を策定・管理し、環境負荷の少ない標準的な工事機材を使用すること。
- ・ 衛生管理に必要な措置を実施すること。
- ・ 変電所においては、運営管理を行うこと。
- ・ 工事のため植木の移動が必要な場合は、ドゥシャンベ市の環境担当部門に相談すること。
- ・ 植樹や移植は適切な方法で実施すること。

なお、ラディオスタンツィヤ変電所新設工事に当たっては、タジキスタン側（BT）が現状の 35kV から 110kV へ昇圧し、昇圧した送電線を変電所に引き込む工事が必要となる。

当該工事における環境面の必要な対応について CEP に確認した結果、昇圧工事は、既設送電線の碍子を変更する工事であり、また、昇圧した送電線を変電所に引き込む工事は、既設送電線の線下幅内で実施する工事であることから、通常のメンテナンスの範疇と捉えられるため、環境影響評価は必要がないとの判断を得た。

2-3-3 環境管理計画並びにモニタリング計画

2-3-3-1 環境管理実施体制

事業実施の全体的責任は実施機関である BT が負う。BT は、安全及び環境対応計画書（施工計画書に含む）を作成し、履行する。事業実施コンサルタント（PIC：Project Implementation Consultant）はその計画を確認し、工事期間中に何らかの問題が認められる場合は、適切に対応するよう BT に求める。

工事期間中、事業対象地域の住民から苦情が寄せられた場合や、環境社会に問題が生じた場合は、BT が対応する。責任省庁であるエネルギー水資源省も必要に応じて、BT と協調して問題の処理に当たる。一方で、市民からの苦情等が寄せられた場合も、BT に報告され、BT が問題の解決を図る。

2-3-3-2 環境管理に関する対応計画並びにモニタリング計画

環境管理に関する対応計画並びにモニタリング計画を表 2-11 に示す。

表 2-11 環境管理に関する対応計画並びにモニタリング計画

環境項目	実施内容 モニタリング項目	地点	時期頻度	実施機関/ 責任機関
工事前段階				
環境保全に関する対応計画	ドゥシャンベ市環境担当部局へ提出 ・環境影響を抑制するための綿密な工事計画 ・緊急事態対応措置計画 ・衛生管理措置 ・必要な場合、植栽に関する対応措置計画 ・変電所運営管理体制	—	詳細設計案時、最終設計時	エネルギー 水資源省 /BT
・タイヤ洗浄設備 ・油水分離装置	・設置 ・下水道配管への繋ぎこみ ・試運転	各変電所	詳細設計案時、最終設計時、 試運転時	エネルギー 水資源省 /BT
工事段階				
大気、騒音・振動	粉塵、騒音状況の確認	変電所工事現場	1回/日	BT
水質汚濁	汚濁水流出の目視確認	変電所工事現場周辺の表流水	1回/日	BT
廃棄物	廃棄物分別状況、数量、処理状況の確認	工事現場、現場事務所及び廃棄物処理場	1回/日 1回/週（廃棄物処理場）	BT
緊急事態の対応措置	緊急事態の対応措置の周知状況確認	工事現場及び現場事務所	1回/週	BT
・タイヤ洗浄設備 ・油水分離装置	・下水道配管への排水の目視確認 ・分離された油と汚泥の適正処理	工事現場	1回/日	BT
工事車両	・運転マナーの確認 ・巡回による現場確認	工事現場及び周辺	1回/日	BT
公衆衛生、労働環境、事故	公衆衛生、労働環境・状況の確認	工事現場及び現場事	1回/日	BT

		務所		
植栽に関する対応	必要な場合、植栽に関する対応措置の確認	工事現場および移植箇所	植栽発生時	BT
変電所運営管理体制	運営管理体制の確認	変電所	変電所供用前	BT
安全管理	危険箇所において標識の掲示がされているかの確認	変電所	変電所供用前	BT
供用段階				
土壌・水質汚濁	変圧器から油が漏れていないかの確認	変電所	1回/日	BT

2-3-4 ステークホルダー協議

2-3-4-1 プロミシレンナヤ変電所（改修）“Promyshlennaya Substation”

1.開催日	2016年11月4日（金）November 4, 2016		
2.開催場所	“District Electricity Power Networks of Sino district : DEPN”の事務所		
3.出席者	主催者側		
	Mr. Yakhioev Parviz Jamolovich (説明者)	Chief Specialist, Department of Management, Development and Implementation of Investment Projects in Energy and Water Resources, Ministry of Energy and Water Resources of RT(MEWR)	
	Mr. Rahmatov Bakhtiyor Dodihudoevich	Deputy Director, Department of Distribution Networks, Open Stock Holding Company “Barqi Tojik”	
	ステークホルダー側		
	Mr. Ghiyosov A. M.	Deputy Chief Engineer, Dushanbe City Electricity Power Network : DCEPN”	
	Mr. Nurzoda O. A.	Head of “District Electricity Power Networks of Sino district”	
	Mr. Dodarov S. S.	Head of DCEPN Left-River Bank SSs	
	他の参加者	別添参加者リスト	
4.主な意見	プロミシレンナヤ変電所は、老朽化が著しいと同時に、過負荷による停電が発生しているため、変電所設備を容量アップして更新する本事業の速やかな実施を望んでいる。		
5.ステークホルダー協議開催の周知	プロミシレンナヤ変電所と敷地を一部共有・隣接する“District Electricity Power Networks of Sino district : シノ区 DEPN”のスタッフとプロミシレンナヤ変電所のスタッフに対し、エネルギー水資源省の Mr. Parviz Yahyoev からステークホルダー協議の5日前に電話でプロミシレンナヤ変電所改修に関するステークホルダー協議開催		

	を連絡し、周知を図った。
--	--------------

2-3-4-2 ラディオスタンツィヤ変電所（新設）”Radiostantsiya Substation”

1.開催日	2016年10月28日（金）October 28, 2016	
2.開催場所	“ラディオスタンツィヤ変電所用地：Habib Ahrori Mahalla”	
3.出席者	主催者側	
	Mr. Safarov Manuchehr Bahodurovich (説明者)	Head, Department of Management, Development and Implementation of Investment Projects in Energy and Water Resources, Ministry of Energy and Water Resources of RT(MEWR)
	Mr. Yakhiyoev Parviz Jamolovich	Chief Specialist, Department of Management, Development and Implementation of Investment Projects in Energy and Water Resources, MEWR
	Mr. Sandalov Sh.	Chief Specialist, Department of Management, Development and Implementation of Investment Projects in Energy and Water Resources, MEWR
	ステークホルダー側	
	Mr. Yusufov Ikrom Sadulloevich	Head of Habib Ahrori Mahalla
	Habib Ahrori Mahalla 地域の住民	別添参加者リスト
4.主な意見	ラディオスタンツィヤ変電所の新設は、ドゥシャンベ市街地の電力需要増への対応と電力供給の信頼性向上に資するため、早期に実施されることを望んでいる。	
	<ul style="list-style-type: none"> • Mr. Yusufov Ikrom Sadulloevich : Head of Habib Ahrori Mahalla エネルギー水資源省に対し、ドゥシャンベ市長が発行したラディオスタンツィヤ変電所用地の土地利用許可証の写しの提供を要請 →土地利用許可証の写しは提供済み	
5. ステークホルダー協議開催の周知	Mr. Yusufov Ikrom Sadulloevich “Head of Habib Ahrori Mahalla”に対し、エネルギー水資源省の Mr. Parviz Yahyoev からステークホルダー協議の5日前に電話でプロミシレンナヤ変電所改修に関するステークホルダー協議開催を連絡。 更に、同日、“Head of Habib Ahrori Mahalla”が Habib Ahrori Mahalla 地域の全住民を訪問しステークホルダー協議開催の周知を図った。	

2-3-5 環境関連の主な法令

タジキスタンの環境関連法規の主な法令を表 2-12 に示す。

表 2-12 主な環境関連の法令

Constitution of the Republic of Tajikistan	—	November 6, 1994
“Technical Regulation” Law 旧ソ連時代に適用されていた基準を “International Standard”に変更 するための法律	No.522	May 19, 2009
“Environmental Protection” Law	No.760	August 2, 2011
“Ecological Expertise” Law	No.818	April 16, 2012
“State Ecological Expertise Procedure” Decree	No.697	December 3, 2012
“List of facilities and types of activities on Environmental Impact Assessment” Decree	No.253	June 3, 2013
“Procedure for arrangement and conduction of Environmental Impact Assessment” Decree	No.509	August 1, 2014
“Air Protection” Law	No.915	December 28, 2012
“Air Code of Tajikistan”	No.720	November 13, 1988
“Water Code of Tajikistan”	No.11	November 29, 2000
“Ensuring Sanitary and Epidemiological Safety of Population Law”	No.49	December 8, 2003
“Industrial and Consumer Wastes” Law	No.44	May 10, 2002
“Procedure, Conditions and Methods of Collection, Use, Neutralization, Transportation, Storage and Disposal of Industrial and Consumer Wastes” approved under Decree	No.279	June 2, 2011
“Criteria of Referring Hazardous Wastes to Classes of Danger for Environment” adopted under the Order of the Chairman of Committee on Environmental Protection	No.810	March 7, 2008

2-3-6 気候変動緩和

タジキスタン共和国は、中央アジア最大の氷河であるフェドチェンコ氷河をはじめとする数多くの氷河を有するが、過去 70 年間にそれらの約 30%を失っており地球温暖化対策には力を注いでいる。タジキスタン共和国は、2020 年以降の地球温暖化対策に関する各国ごとの目標である約束草案を 2015 年 9 月 30 日に国連に提出し、国際的な資金・技術移転を条件に、2030 年までに温室効果ガス排出量を 1990 年比 65-75%としている。

2-3-6-1 火力発電所の運転状況と CO₂ 排出量

タジキスタン国内には、3 つの火力発電所があるが、現在タジキスタン国内で稼働しているのは、TPP-1 (Thermal Power Plant) 並びに TPP-2 のみで、いずれも熱電併給プラントである。

TPP-1 (198MW) は、1960 年代に運転を開始し老朽化が著しいため、TPP-2 を新設し、TPP-2 Phase I (100MW) では 2014 年 1 月から運転を開始している。更に 2016 年 12 月運転開始を目指して現在火力発電所 TPP-2 Phase II (300MW) の最終試運転確認中の段階である。Phase II 完成後は、TPP-2 (400MW) となり、熱電併給を行い、冬季の電力事情の改善を目的にしている。また、TPP-1 では燃料の Mazut (Black Oil) 消費により約 65,000ton-CO₂/年、TPP-2 では、燃料の国内炭消費により約 428,000ton-CO₂/年の CO₂が排出されている。表 2-13 に TPP-1 と TPP-2 の諸元を示す。

表 2-13 TPP-1 と TPP-2 の諸元

	TPP-1 (1962 年、1965 年運転開始)	TTP-2 Phase I (2014 年 1 月運転開始)	
容量	198MW (4 基)	100MW (2 基)	
発電量 (MWh/年)	57,456 (2013~2015 年平均値)	501,65 (2015 年)	
燃料種	Mazut (Black Oil)	FON-YAGNOB COKE-COAL (国内炭)	DieSEL
Net Calorific Values (NCVs) (GJ/ton)	41.06	28.2	43.0
CO ₂ Emission Factors For Combustion (ton-CO ₂ /GJ)	0.07737	0.0946	0.0741
排出係数 (ton-CO ₂ /MWh)	1.140 (2013~2015 年平均値)	0.853 (2015 年)	
CO ₂ 排出量 (ton-CO ₂)	65,482 (2013~2015 年平均値)	427,816 (2015 年)	

注：NCVs、CO₂ Emission Factors

出所：2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>

(1) 温室効果ガス排出削減への貢献

1) 新設するラディオスタンツィヤ変電所は、テクスティルマッシュ(Tekstilmash) 変電所、ウクダート(Vakhdat) 変電所、 セントラルナヤ(Centralnaya) 変電所、 カラモバ(Karamova) 変電所などの老朽化した既存の変電所の負荷の 30%程度を肩代わりするため、ラディオスタンツィヤ変電所の変電効率が向上することにより、肩代わりする電力量 (MWh/年) の変電ロスが改善される。

2) 変電所の変電効率が既存老朽変電所と比較して 1%向上すると想定し、変電ロス改善に伴う CO₂排出削減量を求めた。

3) 排出係数については、ドゥシャンベ内に設置されている 2 つの火力発電所 TPP-1 (198MW)、TTP-2 Phase I (100MW) の内、排出係数の高い火力発電所 TPP-1 (198MW) の発電する量の変電ロス改善に伴い回避される損失電力量は CO₂排出削減量による 2,037 ton-CO₂に相当する。詳細は表 2-14 に示す。

表 2-14 ラディオスタンツィヤ変電所新設による CO₂排出量削減

項目	変電効率向上に伴う改善効果
変圧器 (MVA)	40
想定力率	0.95
有効電力(MW)	38
年間平均負荷率(%)	60
年間供給電力量(MWh)	178,704
負荷損 at 40MVA (MW)	0.219
負荷損 at 力率 0.95 (MW)	0.1976475
無負荷損 (MW)	0.0205
変圧器効率 (%)	99.43
電力損失改善率(%)	1
回避損失電力量 (MWh/年)	1,787
排出係数 (ton-CO ₂ /MWh)	1.14
CO ₂ 排出削減量 (ton-CO ₂)	2,037

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

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

(1) 上位目標

タジキスタンの最上位の国家目標は、国家開発戦略（NDS：National Development Strategy）で、そこでは国の経済の更なる発展を通じて得られる人々の幸福のレベルを上げるためにはエネルギー部門の発展が必要不可欠であるとしている。

この国家開発戦略の下、タジキスタン政府は3つの優先する分野として、a)エネルギー、b)輸送・交通、c)食料安全を挙げている。

また、生活水準向上戦略（LSIS: Living Standard Improvement Strategy of Tajikistan）においても、安全で安定したエネルギー源を利用できることが貧困を削減するための前提条件として掲げられている。

タジキスタン政府のエネルギー分野の開発計画では、既設の設備、送電ネットワークの改修と新たなインフラ整備などが含まれており、その中でドゥシャンベの電力供給の整備・増強が最優先課題とされている

(2) プロジェクト目標

ドゥシャンベの産業・民生部門に対し、安定した電力供給を通じて経済・社会発展の促進と生活水準の向上を目指すことをプロジェクト目標とする。

3-1-2 プロジェクトの概要

本事業は、上記目標を達成するために110kVの配電用変電所であるプロミシレンナヤ変電所を改修・増強するとともに、新規に変電所を建設するものである。これにより、ドゥシャンベの産業・民生部門に対し、年間を通じて設備過負荷や設備事故による停電のない安定した電力供給が確保され、経済・社会の発展、生活水準の向上に貢献するものである。

(1) タジキスタン側要請事項

タジキスタン側の要請は、以下の3コンポーネントで、先方の優先度順に示すと次のとおりである。

- ① 「プロミシレンナヤ変電所（改修）」
110/35/10kV 変圧器の更新は、既設 25MVA×2 台を 40MVA×2 台に増容量
- ② 「ラディオスタンツィヤ変電所（新設）」
110/35/10kV 変圧器 40MVA×2 台を設置
- ③ 「グラポチタント変電所（新設）」
110/10/6kV 変圧器 25MVA×2 台を設置

(2) 協力対象事業の提案

ドゥシャンベに供給する電力系統は、急激な電力需要増への対応、首都機能の維持・整備に不可欠な電力供給の信頼度向上、全体的に老朽化している変電設備の計画的な改修など喫緊の課題があるが、短期的な投資効果、事業費総額などの観点から評価すると、タジキスタン側要望の3コンポーネントから2コンポーネントを選定せざるを得ない。

2コンポーネントの選定にあたっては、先方の優先順位を反映し、「プロミシレンナヤ変電所(改修)」並びに、「ラディオスタンツィヤ変電所(新設)」を提案する

なお、2コンポーネントとしても、当初要請の3コンポーネント合計の変電所容量144MVAから、2コンポーネント合計の変電所容量は160MVAと増加している。

1) プロミシレンナヤ変電所(改修)

110kV受電開閉設備、主要変圧器、35kV及び10kV開閉設備などは、1960年代に製作され老朽化が著しくトラブルが頻発している。また設備管理・保守にも苦慮していることから、そのまま使用が可能な母線等を残し、主要機器を最新設備に更新する。なお、老朽設備更新にあたり、今後の需要の増加を踏まえ変圧器容量を現行の25MVAから40MVAに増容量する。

変圧器容量40MVAの2次側(35kV)・3次側(10kV)の分担については、35kV側が工場地域供給で昼間ピーク、10kV側が住居地域で夜間ピークと時間差があるため、それぞれ20MVA,40MVAの容量とする。

2) ラディオスタンツィヤ変電所(新設)

この変電所はテクスティルマッシュ(Tekstilmash)変電所、ウクダート(Vakhdat)変電所、セントラルナヤ(Centralnaya)変電所、カラモバ(Karamova)変電所などの既存の変電所の負荷の30%程度をカバーする。

変圧器容量は40MVAで2台、35kV送電線4回線と10kV配電線20回線を引き出す総容量80MVAの変電所とする。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 概略設計

3-2-1-1 基本方針

第1次現地調査結果及びその後の先方との協議の結果、当初要請から変更（追加要請）があり、その妥当性の評価と技術的検討などを踏まえ、最終的なコンポーネント及び変電所の型式・容量・引出配電線回線数などの基本的事項を決定した。

以下に、当初要請からの変更事項、妥当性検討、コンポーネントの選定などを示す。

(1) 相手国の要請

当初要請内容とその後の追加要請を踏まえ変更した結果を表 3-1 から表 3-3 に示す。

表 3-1 プロミシレンナヤ変電所の変更点

現状緒元	要請書内容	要請書からの変更
・ 110kV 及び 35kV の屋外空気絶縁変電設備 (AIS) ・	・ 110kV 及び 35kV の屋外空気絶縁変電設備 (AIS)	・ 110kV 屋外空気絶縁変電設備 (AIS)
・ 110/35/10kV 25/25/25MVA×2 主変圧器	・ 110/35/10kV 40/20/20MVA×2 主変圧器	・ 110/35/10kV 40/20/40MVA×2 主変圧器
・ 10kV 屋内配電盤	・ 10kV 屋内配電盤	・ 35kV 屋内配電盤 ・ 10kV 屋内配電盤

表 3-2 ラディオスタンツィヤ変電所の変更点

要請書内容	要請書からの変更
・ 110kV ガス絶縁開閉器(GIS)	・ 110kV 屋外空気絶縁変電設備 (AIS)
・ 110/6kV 16MVA×2 主変圧器	・ 110/35/10kV 40/20/20MVA×2 主変圧器
・ 6kV 屋外配電盤	・ 35kV, 10kV 屋内配電盤

表 3-3 グラボチタント変電所及び関連するグラブナヤ変電所の変更点

要請書内容	要請書からの変更
・ 110kV ガス絶縁開閉器(GIS)	・ 110kV 屋外空気絶縁変電設備 (AIS) ・
・ 110/6kV 16MVA×2 主変圧器	・ 110/6/10kV 25/12.5/12.5MVA×2 主変圧器
・ 6kV 屋外配電盤	・ 10kV, 6kV 屋内配電盤
	・ 110kVXLPE 地下ケーブル、2 回線 120mm2×3, 1.7km(GlavnayaSS—Glavpochtamt SS)
	・ GlavnayaSS 内 110kV 送電端開閉設備

(2) 相手国要請における変圧器容量の妥当性、適切性の検討

1) プロミシレンナヤ変電所変圧器容量の妥当性、適切性の検討結果

妥当性検討に必要なプロミシレンナヤ変電所最大電力需要予測を表 3-4 に、2011 年から 2013 年までの電力需要量変化及び 2013 年から 2013 年の伸び率で 2020 年まで変化した場合の想定値を表 3-5 に示す。

表 3-4 プロミシレンナヤ変電所最大電力需要予測

(単位：MW)

2017 年		2018 年		2019 年		2020 年		2025 年	
夏季	冬季								
48.0	54.0	49.2	55.9	50.4	57.9	59.2	59.9	66.3	70.4

注：2 バンク合計値

出所：BT 資料を基に調査団が作成

表 3-5 電力需要量変化及び想定値

需要家	2011 年	2012 年	2013 年	2020 年
	電力需要量	電力需要量	電力需要量	電力需要量
産業用・業務用 (kWh)	26,393,039	34,493,669	38,977,845	91,699,856
対前年伸び率 (%)		31	13	13
公営施設・社会サ ービス(kWh)	3,897,774	8,999,029	10,438,873	12,400,091
対前年伸び率 (%)		131	16	16
ポンプ等動力 (kWh)	1,521,897	3,521,497	4,049,721	10,772,338
対前年伸び率 (%)		131	15	15
家庭用(kWh)	121,215,041	137,415,617	160,776,335	482,528,708
対前年伸び率 (%)		17	17	17

出所：BT 資料を基に調査団が作成

現在、2 台の変圧器がパルプ工場など産業部門への供給とシノ地区の高層マンションなどへの供給を担っているが、対象の電力を供給する地域では停電が頻発している。これは設備の老朽化による故障や、需要が急増する冬季には過負荷による設備のトリップによるものである。

2 次側・3 次側の変圧器容量の分担については、2 次側・3 次側の容量を 100%にする余裕をもった設計（1 次側容量/2 次側容量/3 次側容量：40/20/20MVA）にしてほしいとの要望が出されている。これは 35kV 側が工場地域供給で昼間ピーク、10kV 側が住居地域で夜間ピークと時間差があるためであるが、需給の実態を詳細ヒヤリングした結果、110/35/10kV 40/20/40MVA×2 の容量とすることで合意した。

2)ラディオスタンツィヤ 変電所変圧器容量の妥当性、適切性の検討結果

妥当性検討に必要なラディオスタンツィヤ変電所最大電力需要予測を表 3-6 に、ラディオスタンツィヤ変電所と接続が予定される他の変電所の需要家数と電力需要量(kWh)変化を表 3-7 に示す。

表 3-6 ラディオスタンツィヤ変電所の最大電力需要予測

(単位：MW)

2019 年		2020 年		2025 年	
夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
55.2	76.8	56.7	79.5	58.3	82.3

注：2 バンク合計値

出所：BT 資料を基に調査団が作成。

表 3-7 ラディオスタンツィヤ変電所と接続が予定される他の変電所の需要家数と電力需要量変化

接続予定変電所	2011 年		2012 年		2013 年	
	需要家数	電力需要量	需要家数	電力需要量	需要家数	電力需要量
テクスティル マッシュ (kWh)	8,311	92,420,074	8,978	99,655,558	9,120	101,414,440
対前年伸び率 (%)			8	8	2	13
ウクダート (kWh)	6,345	61,262,751	7,123	68,772,565	7,968	88,604,160
対前年伸び率 (%)			12	12	12	29
セントラルナヤ (kWh)	5,652	76,860,019	6,135	83,428,205	6,865	89,245,031
対前年伸び率 (%)			9	9	12	7
カラモバ (kWh)	103	1,219,712	189	2,238,112	235	2,667,250
対前年伸び率 (%)			83	83	24	19

出所：BT 資料を基に調査団が作成

ラディオスタンツィヤ変電所は、大統領官邸等の重要施設が多数立地するドゥシャンベ中心地域に電力を供給している。既設のテクスティルマッシュ(Tekstilmash) 変電所、ウクダート(Vakhdat) 変電所、 セントラルナヤ(Centralnaya) 変電所、 カラモバ(Karamova) 変電所など、既存の変電所の負荷の 30%程度をカバーしている。

変圧器容量は上表の需要予測を基に算出した。35kV 送電線 2 回線と 10kV 配電線 20 回線を引き出す総容量 80 MVA (40 MVA×2 台)の変電所の新設は妥当である。

なお、敷地上空を架空送電線(35kV)が横切っており、この架空送電線を分断し 110kV 昇圧の上、電源線として引き込む。この工事は BT 側で実施する。

3)グラポチタント 変電所変圧器容量の妥当性、適切性の検討結果

妥当性検討に必要なラディオスタンツィヤ変電所最大電力需要予測を表 3-8 に、グラ

ポチタント変電所と接続が予定される他の変電所の需要家数と電力需要量変化と負荷を表 3-9 に示す。

表 3-8 グラポチタント変電所の最大電力需要予測 (MW)

2019 年		2020 年		2025 年	
夏季	冬季	夏季	冬季	夏季	冬季
14.4	21.7	14.8	22.5	17.0	26.4

注：2 バンク合計値

出所：BT 資料を基に調査団が作成。

表 3-9 グラポチタント変電所と接続が予定される他の変電所の需要家数と電力需要量変化と負荷

接続予定変電所	2011 年		2012 年		2013 年	
	需要家数	電力需要量	需要家数	電力需要量	需要家数	電力需要量
グラブナヤ (kWh)	2,345	22,181,621	3,612	34,166,317	4,720	45,071,280
対前年伸び率 (%)			54	54	31	32
セントラルナヤ (kWh)	5,652	76,860,019	6,135	83,428,205	6,865	89,245,031
対前年伸び率 (%)			9	9	12	7
ウクダート (kWh)	6,345	61,262,751	7,123	68,772,565	7,968	88,604,160
対前年伸び率 (%)			12	12	12	29
テクスティルマッシュ (kWh)	8,311	92,420,074	8,978	99,655,558	9,120	101,414,440
対前年伸び率 (%)			8	8	2	13

出所：BT 資料を基に調査団が作成。

需要が急増するドゥシャンベのソモニ地区（住居地域）での供給拡大を図るための変電設備を増強する。設備容量は、大幅な電力需要の伸びが予想されておりことから妥当であると考えられる。

(3) 電力系統からみた今回対象となる変電所の必要性、計画の優先順位

ドゥシャンベに供給する電力系統には、次の喫緊の課題がある。

- ・ 急激な電力需要増への対応
- ・ 首都機能の維持・整備に不可欠な電力供給の信頼度向上
- ・ 全体的に老朽化している変電設備の計画的な改修 など

2 変電所の新設及び既設プロミシレンナヤ変電所の改修・増容量計画は、いずれも、上記の課題解決に効果的と判断される。

一方、投資効果という観点から、2 箇所の新設変電所は、周辺の老朽化した変電所の負荷を軽くし、今後の電力系統の計画的な設備改修・増強の契機となるという点で長期的な効果が期待される。

しかしながら、既設プロミシレンナヤ変電所と新設候補の2変電所予定地とは、川を隔てて距離もあることから、新設変電所により既設プロミシレンナヤ変電所の負荷を肩代わりして重要地域供給変電所としての位置づけを軽くすることは困難であることから、既設プロミシレンナヤ変電所の改修・増強が必要である。

新設変電所の内ラディオスタンツィヤ変電所は、大統領官邸や政府機関等の重要施設への電力供給を担うことから、供給安定度の向上の意義は大きい。

従って、先方の優先順位（1. 既設プロミシレンナヤ変電所改修・増容量、2. ラディオスタンツィヤ変電所新設、3. グラポチタント変電所新設）は妥当と考えられ、短期的な投資効果、事業費総額などの観点から評価すると、プロミシレンナヤ変電所の改修・増容量とラディオスタンツィヤ変電所の新設を優先すべきと考えられる。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

変電所の設備設計において留意すべき自然条件の主なものは、以下の通りである。

- ・気温は、通常の電気製品の設計条件である周囲温度 40℃以下である。直射日光は紫外線とともに電気品の外部からの温度上昇をもたらす、ひいては内部温度が 40℃を超える可能性があり、半導体等電子部品の作動、寿命に影響を及ぼす。
よって、配電盤、制御盤等を直射日光下に設置せず、遮蔽をもつ屋内設置が望ましい。
- ・変電所への落雷は、架線や機器の空気絶縁部分に対する直接の雷撃を避けるため、避雷針あるいは架空地線が必要となる。また、特別高圧送電及び送電鉄塔、架空配電鉄塔及び配電線への落雷に伴う変電所へのサージ電圧の侵入に備えて、送電線・配電線の引込口には、避雷器の設置が必要となる。
- ・地震は過去の発生状況を考慮し、マグニチュード 6 程度を想定し、震度係数として $k=0.2$ を採用し、構造設計を行う。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

既設のプロミシレンナヤ変電所改修工事においては、長期間の設備停止に伴う社会的な停電影響の回避と労働安全の観点から以下のポイントについて詳細検討を行う。

- ・仮設設備の必要性検討とその場所の確保
- ・停電時間短縮のための切り替え手順の確立
- ・工事安全確保
- ・撤去する設備の運搬手順及び敷地内仮置き状態での安全及び環境対策

3-2-1-4 施工事情に対する方針

本事業の対象地域は、官公庁施設、大規模な各種商業施設、事務所ビル等が多く存在するタジキスタンの首都であり、新たな大型施設の建設工事も行われている。これらの建設工事には電気工事を含み、ドシャンベには電気工事を扱う業者が複数社あり施工事情は良い。

3-2-1-5 現地業者・現地資機材の活用に対する方針

タジキスタンの現地工事業者への聞き取り調査及び実施機関の工事発注資料によると、タジキスタンで工事労務者、工事車輛、建設工事機材等を調達することは比較的容易である。また、本事業にて行う変電所改修の電気・土木・建築工事のための技能工及び普通作業員は、現地業者への発注が可能と判断されることから、本事業では現地業者を活用した施工計画とする。

3-2-1-6 実施機関の維持・管理能力に対する方針

本事業実施後に運営・維持管理を担当するBTは、全国の送変電設備の運転維持管理を安定的に行っており、一定の技術水準を有している。従って、本事業で調達予定の変電設備の運転・維持管理能力を保有していると考えられる。

なお、本事業の工事期間中に日本側技術者により、当該設備の運用・保守点検に関する教育を実施すると共に、機器に付属する保守用工具及び運転・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運転・維持管理体制についても提案する方針とする。

3-2-1-7 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上述の諸条件を考慮し、以下を基本方針として、本事業で調達する資機材、及びその据付け範囲、並びに技術レベルを策定する。

(1) 施設・機材の範囲に対する方針

本事業では、電力需要想定を2025年を目標年次として、官公庁施設、各種商業施設、工場、住民に対して、安定した電力供給を行うための変電設備の整備を実施する。

日本側は設備の調達・据付けを実施し、現地業者はプロジェクトで調達された機材の据付けと調整を行い、タジキスタン自身による継続した電力設備の運営・維持管理を助長するよう配慮する。また、経済的な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り国際規格に準拠した標準品を採用し、必要最小限の設備構成・仕様を選定する。

(2) グレード設定に対する方針

本事業で建設・調達される変電設備の設計は、既設の設備構成やBTの技術基準・工事マニュアル等に則り、供与後の運用・維持管理を実施するBTの技術レベルを逸脱しないように留意する。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係わる方針

本事業は、我が国の無償資金協力スキームに基づいて実施されるので、G/Aの締結後2年間で据付けを完了する必要がある。また、所定の工期内で完工させ期待される効果を発現させるために、日本側工事とタジキスタン側負担工事工程が協調し、かつ、内陸輸送ルート・輸送方法、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

本事業では、2変電所の工事建設を同時に実施することから、適切な実施体制により、効率的な工事を実施するよう工程計画を立てるとともに、現地業者や技術者が精通した工法の採用と指導・監督体制により、安全かつ迅速に作業が進むよう工事の管理体制を整える。

プロミシレンナヤ変電所は特に冬期に設備過負荷に伴う停電が発生しやすいので、出来る限り冬季の工事を避けた工程計画を立てる。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

3-2-2-1 計画の前提条件

この種の変電所を整備する計画は、通常、電力需要想定、系統解析からの給電系統、給電量の妥当性、他の発電を含む開発計画との協調の確認を経て、変電所の系統上の位置、配電領域などが決定されるべきである。しかし、本事業は、タジキスタン側が進めている系統増強計画のもとに、変電所の立地を含めて、調査の前提として変電所の電圧、容量設定をしてきた。

従って、単にタジキスタン側の要求を満足するだけなら、タジキスタン側の要求容量に沿った設備のハードとソフトを提供すればよいことになるが、そのことのみによって、タジキスタン側が希望する系統の増強が担保されるかどうかは疑問である。

そのため、基本計画として下記の事項について検討することが必要である。

(1) 需要想定必要性

当計画では、下記の情報収集と解析作業を行った後、タジキスタン側要求との整合性、設備の妥当性を検証する。

- ① タジキスタン側から当該変電所の配電区域の需要予測が提示された場合、その妥当性を経済面、社会面から検証する。
(3-2-1-1 の相手国要請における変圧器容量の妥当性、適切性の検討を参照)
- ② 当該変電所の上位送電、地理的位置、送電系統からの給電可能性を検証する
- ③ 上記結果を踏まえて、タジキスタン側と要求事項及び推奨事項を協議する
- ④ 設備運転、保全上のタジキスタン側の要求事項への適合を検討する
(設備のメーカー等への要望を含む)

(2) 本事業の目標年次

本事業は、タジキスタン側からの緊急性の高い要請に応えるものであるが、類似する無償資金協力との整合性を考慮して、設備計画の目標年次を2025年とする。

一方、本事業は、緊急を要する無償資金協力事業であるため、裨益効果の評価等、プロジェクト評価の目標年次は供給開始3年後とする。

3-2-2-2 電力系統解析

プロジェクトコンポーネントの妥当性、有効性を確認するため、使用開始前後の電力系統解析を行った。詳細解析結果と解析に用いたデータは別添資料6及び8に示す。

(1) 本調査における電力系統解析の基本方針

電力系統解析の基本方針を表3-10に示す。解析対象はBTより入手したタジキスタン全域の系統図からドゥシャンベ供給系統を切り出した系統モデルを使用し、別途BTから入手した需要データ等を用いて解析を行った。

表 3-10 電力系統解析の基本方針

項目	基本方針
目的	・ 供与するプロジェクトの主要コンポーネント（遮断器、変圧器）の容量の妥当性、必要性の検証を行う。
対象範囲	・ ドゥシャンベ内供給系統
短絡電流	・ 改修及び新設変電所の必要遮断容量を確認する。
負荷潮流	・ 改修及び新設変電所の変圧器容量の妥当性を確認する。
電圧	・ 現状系統における電圧感度を算出し将来的な調相設備の必要性の有無を確認する。
過渡安定度	・ 今回の改修及び新設変電所による過渡安定度への影響は考えにくいですが、発電所供給線路 1 回線事故時についての同発電所発電機の動揺を確認する。
主な解析断面	・ 短絡電流については 2018 年度の改修・新設前後の想定断面を使用 ・ 電圧と電力系統解析については 2020 年度までの毎年度と 2025 年度断面を使用
評価方法	・ 変電所遮断器の定格遮断容量が短絡電流値以内であることを確認 ・ 変圧器潮流が変圧器容量以内であり、且つ、至近年齢において相応の負荷潮流が乗っていることを確認 ・ 算出した電圧感度から現状の電圧変動幅に問題がないことを確認、さらに将来的な電圧低下予想による調相設備設置の必要性を確認
解析の前提条件	・ BT から提供のあったデータ範囲で可能な系統解析を実施。

(2) 解析結果及び本事業の妥当性、有効性の確認

1) 短絡電流

プロミシレンナヤ変電所改修とラディオスタンツィヤ変電所新設にあたり受電遮断器の必要遮断容量を確認したところ設計仕様の 31.5kA で問題がないことが確認できた。また、他の変電所においても現在の短絡電流が増加しないことが確認できた。

改修及び新設前後の短絡電流計算結果を表 3-11 に示す。

表 3-11 短絡電流計算結果

変電所名	電圧階級 (kV)	改修前(kA)	改修・新設後(kA)
プロミシレンナヤ	110	24,15	24,05
	35	7,35	5,88
	10	11,99	11,19
ラディオスタンツィヤ	110	--	25,50
	35	--	6,10
	10	--	5,33

2) 負荷潮流

プロミシレンナヤ変電所の改修前後の負荷潮流及びラディオスタンツィヤ変電所新設時の負荷潮流については BT からの想定値から本協力事業の必要性が示されている。負荷潮流の解析計算において他の変電所の負荷状況も含め将来的な電力系統状況を確認した。

表 3-12 にラディオスタンツィヤ変電所近傍のカラモバ変電所とセベルナヤ変電所の負荷潮流想定も表示しているが、両変電所とも、過負荷或は重負荷の状況からラディオスタンツィヤ変電所新設に伴い大幅な負荷潮流軽減となっている。なお、2025 年断面では変電所稼働率がプロミシレンナヤ変電所は 88%、ラディオスタンツィヤ変電所は 103%となっている。BT の想定ではプロミシレンナヤは 2020 年以降、3.5%/年の負荷増加率となっている。ラディオスタンツィヤは 2020 年以降、2.8%/年の負荷増加率となっている。近接しているカラモバ変電所やセベルナヤ変電所にバンクの空き容量があることも踏まえ、市内全域における配電線連系の強化を図り、供給エリアの再配分による変電所稼働の均平化を実施し、極力、変電所の新增設を遅らせる対策が経済的に有効と考えられる。新增設される 2 変電所の供給エリアが市内中心部であり、今後の再開発等で急激な増加が見込まれることを前提とした負荷潮流の予想となっているため、稼働率は開発進捗状況によって大きく左右される。従って局所的な変電所高稼働を避けるため前述のように配電線連系強化を図ることが望ましい。理想的な負荷配分が出来た場合は各変電所ともに市内全域平均の 5%/年の負荷潮流増加となると考えられる。表 3-12 には市内平均の増加率 5%/年で考えた場合のプロミシレンナヤとラディオスタンツィヤの稼働率が 2025 年には各々 88%、103%となることが示されている。

表 3-12 プロミシレンナヤ変電所とラディオスタンツィヤ変電所
及び近傍変電所負荷潮流予想

変電所名	設備容量	2017				2018						
		夏 (MW)	稼働率	冬 (MW)	稼働率	夏 (MW)	稼働率	冬 工事前 (MW)	稼働率	設備容量更新	冬 工事後 (MW)	稼働率
プロミシレンナヤ (PROMYSHLENNAYA)	66MVA (25MVA×2、 16MVA×1)	48%	96%	54	108%	49.2	58%	55.9	112%	96MVA (40MVA×2、 16MVA×1)	55.9	70%
ラディオスタンツィヤ (RADIOSTANTSIYA)	0MVA									80MVA (40MVA×2)	63.5	79%
カラモバ (KARAMOVA)	50MVA (25MVA×2)	31.2	62%	54.8	110%	33.6	67%	57.6	115%	50MVA (25MVA×2)	24.2	48%
セベルナヤ (SEBERNAYA)	50MVA (25MVA×2)	19	38%	38.8	78%	21	42%	41.2	82%	50MVA (25MVA×2)	11.4	23%

変電所名	設備容量	2019				2020				2025			
		夏 (MW)	稼働率	冬 (MW)	稼働率	夏 (MW)	稼働率	冬 (MW)	稼働率	夏 (MW)	稼働率	冬 (MW)	稼働率
プロミシレンナヤ (PROMYSHLENNAYA)	96MVA (40MVA×2、 16MVA×1)	50.4	63%	57.9	72%	59.2	74%	59.9	75%	66.3	83%	70.4	88%
ラディオスタンツィヤ (RADIOSTANTSIYA)	80MVA (40MVA×2)	55.2	69%	76.8	96%	56.7	70%	79.5	99%	58.3	73%	82.3	103%
カラモバ (KARAMOVA)	50MVA (25MVA×2)	18.4	37%	31.2	62%	19.2	38%	32.8	66%	24.6	49%	42	84%
セベルナヤ (SEBERNAYA)	50MVA (25MVA×2)	2.8	6%	10	20%	3.2	6%	10.8	22%	6.2	12%	16	32%

注：2025年の下段()は負荷電流の増加率を5%/年とした場合の数字

出所：BT 資料を基に調査団が作成

3)電圧

下表 3-13 に示した電圧感度計算結果は、各変電所の 35kV 母線に無効電力 1 Mvar を注入した時の電圧変化を見たものである。結果的には 1Mvar の無効電力増加に対して平均して 0.048% (35kV 母線で 0.02kV) 程度しか変動しないことから変圧器タップによる電圧調整幅を±10% (35kV 母線で±3kV) 程度と考えた場合、当面は問題を生じない。

表 3-13 電圧感度計算結果

Sensitivity calculation Result($\delta V/\delta Q$) at 35kV Bus (%kV/Mvar)

СЕВЕРНАЯ (SEBERNAYA S/S)	0.003%
КАРАМОВА (KARAMOVA S/S)	0.077%
ПРОМЫШЛЕННАЯ (PROMYSHENNAYA S/S)	0.063%
average	0.048%

Result	0.02kV/1MVar(35kV/base)
	0.2kV/10MVar(35kV/base)

出所：BT 資料を基に調査団が作成

4)過渡安定度

今回の改修・新設工事では電源や送電線の変更が伴わないことから送電線事故時の発電機の過渡安定度の新たな問題は発生しないと考えられるが、変電所の負荷潮流の変化もあることから、雷撃などで2回線送電線のうち1回線が遮断される事故を想定し電力動揺のシミュレーションを実施した。動揺を確認する対象発電機は事故送電線至近のГЭС-1 (GES1) とし、2018年冬期の改修・新設後の断面で計算を行った。事故発生から200msで線路遮断器が開放(故障継続時間200ms)となるが、結果的に電力動揺が短時間で収束し全く問題がないことが確認できた。

3-2-2-3 ドウシャンベの配電系統

(1) ドウシャンベの配電系統の現状

ドウシャンベの配電系統は 35kV 及び 10kV、6kV にて供給を行っている。配電系統の変圧器容量合計は約 910MVA 程度であり、そのうち 120MVA が 35kV 系統への供給分となっており規模の大きな工場などが受電している。10kV 及び 6kV 系統は一般家庭などへの供給が主体であり暖房需要が旺盛な冬期夜間に需要が最大となっている。近年の需要増の対策として 6kV を 10kV に昇圧することとしており、現状は両電圧が混在している状況である。

(2) 配電系統の課題と改善方策の提言

1) 配電柱と配電線

現在配電柱は、地中から 2m 程度をコンクリート柱で、それに木柱をバインド線でしばりつけており、配電線はほとんどが被覆なしの状態である。このため、配電柱の建て替えと被覆化が必要である。

2) 地絡事故対策

35kV 系統の 1 線地絡事故については、保護リレーが旧式のため遮断できず、消弧リアクトルに頼っている。このため、保護リレーの性能向上を図る必要がある。

3) SCADA（集中監視制御システム）を用いた配電線の遠方監視制御

配電線の区分開閉器の操作は遠方からできず、事故復旧に時間を要している。現在、上位系統では計画的に SCADA を構築しているが、配電系統へも SCADA を計画的に導入し、操作の迅速化と省力化を図っていく必要がある。

4) 電圧自動調整の導入

現在、110/35/10kV 変圧器の電圧調整は上位系がシステム的な電圧制御を行っていないので、自動調整すると変圧器の Tap 動作が多頻度になる。これを避けるため、操作員が手動で電圧調整を行っているため、電圧の変動幅が大きい。電圧自動調整制御のシステム化が必要である。

3-2-2-4 予定地の状況

(1) プロミシレンヤ変電所（既設）

空気絶縁タイプの変電所のため機器周りのスペースには比較的余裕があるが、更新する機器を別位置に据付けて切替えるためのまとまったスペースの確保は難しい。従って、既設設備を運転しながら、2系列ある設備の片側を段階的に停止しながら、既設機器を撤去し、ほぼ元位置で取り替えを行うことになる。なお、撤去した機器及び新設機器の仮置場の確保は可能である。

また、配電用開閉設備はキュービクルタイプの複合型一体設備であり、元位置での取替えができないこと、保護制御装置、直流設備とともに夏季の厳しい温度上昇・日射を考慮し建屋内設置としていることから、これら設備を収納する建屋のスペースが必要となる。支障となっている変圧器2次・3次側架線と鉄構などについては、仮設ケーブルを使用し撤去することで、その位置に建屋スペースの確保が可能である。図3-1にプロミシレンヤ変電所の設備状況を示す。



25MVA 変圧器



25MVA 変圧器と 10kV 配電盤建屋



10kV 配電盤



10kV 屋内配電盤



10kV スイッチギヤ・制御室建屋予定地



35kV スイッチギヤ・建屋予定地



撤去品仮置き場

図 3-1 プロミシレンナヤ変電所の設備状況

(2) ラディオスタンツィヤ変電所

再開発地域の一画に、BTがほぼ平坦な用地を確保し、2016年1月27日付で用地利用許可証が発行されている。

現状は、予定地内に、以前存在していた建物の壁が残置されているため、タジキスタンの負担による壁の撤去と整地が工事開始前に完了している必要がある。また、変圧器の搬入に必要な道路工事、110kV送電線を引込む引込鉄塔用地の確保と整備が必要となる。図3-2にラディオスタンツィヤ変電所予定地と周辺の状況を示す。



図 3-2 ラディオスタンツィヤ変電所予定地と周辺の状況

3-2-2-5 設計方針を踏まえた基本事業の概要

(1) 電力系統における変電所の位置付け

ドゥシャンベへの電力供給は、電源からの電力が、先ず、ドゥシャンベ近郊の220kV架空送電系統に送られ、そこから110kV架空送電線により中心部に立地する配電用変電所に送電される。次に、配電用変電所から35kV,10kV,6kVで配電供給され、35kV配電線については大口需要家への供給とさらに小規模な配電用変電設備に供給され、10kV,6kVに降圧されている。

本事業のプロミシレンナヤ変電所、ラディオスタンツィヤ変電所は、需要密度の高い地域に立地され、35kV,10kV供給を行う配電用変電所の位置付けである。

(2) 変電所の型式

2変電所ともに、110kV送電線2回線から受電し、3巻変圧器（1台の変圧器で異なる2つの電圧に降圧する変圧器）2台で降圧する屋外空気絶縁タイプの変電所で、全容量は80MVA（40MVA×2）とする。

なお、35kV,10kVの配電用開閉設備は屋内設置のキュービクルタイプとする。

(3) 変電所の結線及び保護方式

110kV受電設備の結線方式については、BTが配電用変電所に標準的に採用している、受電遮断器及び母線連絡用遮断器を省略した経済的な方式とし、2系列ある設備の併用は母線連絡用断路器で行う。35kV,10kVの配電用開閉設備の2系列併用は、母線連絡用遮断器で行う。

中性点接地方式は、1次が直接接地、2次・3次は非接地とする。

保護方式については、2次の非接地系統でこれまで採用されていた限流リアクトルによる消弧方式（系統変更時のチューニングが必要）を変更し、非接地系統での一線地絡事故の検出性能を高めた、最新のデジタルリレーを活用したシンプルで高性能な方式を採用し、変電所機器保護（受電設備、変圧器、配電用開閉設備）と配電線保護を行う。なお、受電送電線は、電源変電所側での保護とする。

(4) 設計条件

1) 気象等・使用条件

変電設備、建屋、基礎等の設計に適用し、また、使用状態として確認が必要なドゥシャンベの気象条件を表3-14に示す。本条件は規格上の常規使用状態（標高1,000m以下、周囲温度-20℃～+40℃）を超えることから配慮が必要となる。

表 3-14 気象等・使用条件

標高		800M
外気温	最高	+45.0℃
	最低	-27℃
	平均	15.0℃
最大風速		34m/sec
降雨量		644mm/y
震度係数		0.2G
地耐力		100kN/m ²

出所：BT資料を基に調査団が作成。

2) 適用規格及び使用単位

変電設備の適用規格は、基本的にはIEC（国際電気標準会議）規格、JEC（電気規格調査会）規格、またはこれら規格に相当する規格に従って（IEC規格準拠という）設計されるものとする。

(5) 設備計画

1) 機材仕様選定の考え方

機材の仕様は必要な技術検討を行い、IEC規格準拠仕様として選定した。

a) 電圧定格

本事業で対象となる系統の公称電圧は、110kV,35kV,10kVとなる。また、機材の定格電圧は該当するIEC規格値から選定した。

b) 電流定格

定格電流は、1回線の受電送電線・受電開閉設備を停止し母線を併用する場合、変圧器の120%過負荷を短時間許容する場合を想定する直列機器電流容量選定の考え方に基づき決定した。

短絡電流は、BTの系統データと運用計画を基に、電力系統解析を実施し決定した。

c) 過電圧耐量・電気絶縁レベル

機器の過電圧耐量については、雷サージ、開閉サージ、短時間交流過電圧に対する定格耐電圧値について、線路引込口と変圧器端への避雷器の設置による絶縁協調設計を前提に選定した。

また、電気絶縁設計条件として、気中導体部の絶縁間隔、配置設計時考慮すべき充電部と建設機械等との離隔距離、気中絶縁物の所要沿面距離、塩分付着時の汚損耐電圧などを考慮した。

d) 電圧調整方式

変圧器1次側に負荷時タップ切替器を設置し、負荷時切替115kV±9x1.78%の範囲・ステップで調整可能とし、2次側は38.5kV±2x2.5%の範囲・ステップで、変圧器を停止して切替える調整が可能な方式とした。

e) 接地方式

変電所内の接地は、裸銅線を地中75cmに埋設したメッシュ方式とし、接地抵抗値1Ω以下となるよう必要な裸銅線、接地棒等を埋設する。

f) 監視・制御方式

変電所の受電制御盤、配電用開閉設備の制御盤から直接監視・制御する方式とするが、将来の遠方からの監視・制御に容易に移行ができるよう考慮することとした。情報通信と給電用電話用のOPGWを設置する。

g) 所内回路

機器の制御や付帯設備動力、照明などに必要な交流電源は、10kV配電用開閉設備の所内変圧器で220V,110Vに降圧し供給されるとともに、直流設備（充電器、蓄電池）により220Vの直流電源に変換し、保護制御装置や制御用電源回路などに供給する。

h) 耐災仕様

過電圧耐量・電気絶縁レベルで述べた雷害及び汚損レベル以外の耐災仕様については、強風に関しては、想定される最大風速から、鉄構、機器などの設計で特別な荷重条件を設定する必要は無い。また、耐震性能に関しては、特別な耐震対策を仕様に盛り込む必要はなく、タジキスタンの耐震設計基準に整合をとれる。

2)主要機材の仕様

主要機材の仕様と構成を表3-15に示すが、特徴は次のとおりである。

電力ケーブルをはじめとする据付工事に必要な資材の所要数量については、後述する機器配置設計図、建屋構造図などを基に算定した。

a) 110kV受電開閉設備

SF₆ガス遮断器、断路器（接地開閉器付）、電流変成器、電圧変成器、避雷器については、空気絶縁変電所で標準的に採用される型式とした。

b) 110kV変圧器

型式については、旧ソ連邦以外では採用実績が少ないものの、BTで標準的に採用されている3巻線変圧器とした。3巻変圧器は、2次・3次の負荷分担を計画的に行わないと非効率な稼働となりやすいが、反面、電力需要の伸びの予測がしにくいような場合には、将来計画の変動に対する自由度が高いというメリットもある。

特に、プロミシレンナヤ変電所の増容量にあたっては、35kV供給需要家（主に工場などの大口需要家）と10kV供給需要家（主に一般家庭）のピーク時間差を考慮し、10kV需要家への供給力を最大限に増加させるため、1次容量40MVAに対し、2次の容量を20MVA、3次の容量を40MVAとした。

なお、プロミシレンナヤ変電所の特定需要家に専用供給している3号変圧器（110/10kV,16MVA）と関連する開閉設備は、本事業には含まれず取替対象外となる。

c) 110kV母線

プロミシレンナヤ変電所は、既設母線をそのまま利用する。

ラディオスタンツィヤ変電所は、1号・2号系列の縦母線と母線連絡用断路器でそれら

を連系するための横母線で構成する。縦母線は送電線を門型鉄構で引留め、断路器、電流変成器、遮断器、変圧器間は架線接続とする。横母線は門型鉄構により構築する。また、母線への直撃雷の侵入を保護するため、機器上部を覆う形で、鉄構と変圧器側に建てたポールを利用し架空地線を敷設する。

d) 35kV,10kV配電用開閉設備

限られた変電所スペースに効率的に配置することが可能で、収納建屋の建設コストを抑制できる屋内積層キュービクルタイプとした。

キュービクルは、遮断器、電流変成器、避雷器などが1つの箱の中に設置された複合設備で、固定部から可動部を引出すことにより断路機能を持たせている。

固定部は母線と断路部の受け側で構成され、2段積みの可動部を挿入できる構造とした。なお、プロミシレンナヤ変電所の配電線箱は40回線と多いため、2つに分けて平面配置し分割した箱間をケーブル接続とした。

e) 保護制御装置

保護リレーについては、110kVの受電設備・気中母線・変圧器と配電用開閉設備までの電力ケーブルの事故検出を、受電保護リレーと変圧器保護リレーで構成される保護リレー盤で行う。

35kV,10kV配電用開閉設備と配電線事故検出は、配電用開閉設備と一体となった保護リレーで行う。

また、110kV受電設備の制御、計測、警報表示などは制御盤で行い、35kV,10kV配電用開閉設備については、一体となった制御盤で行う。

なお、機器状態、保護リレー動作と警報表示情報、計測情報などに関する部分については、変電所の遠方監視・制御システムと連携できる機能を付加する。

f) 電力ケーブル

変圧器・配電用開閉設備間接続用電力ケーブルはCV（架橋ポリエチレンビニルシース）ケーブルとし、直列機器の電流容量選定の考え方から選定した電流定格を基に、ケーブルの敷設状態を考慮した導体サイズとした。

配電用開閉設備側のケーブル端末は、工事の容易性、事故対応性に優れるスリップオン方式を考慮する。35kVの鉄構及び鉄塔上の架空配電線との接続端末はケーブルヘッドとする。

g) 直流設備

10kV配電用開閉設備の所内変圧器から降圧した交流電源を、機器の制御・計測・監視データの伝送などに必要な直流電源に変換するため、充電器及び電源喪失時の必要最小限の制御・計測・監視などが可能なバックアップ電源として蓄電池を設置する。

表 3-15 主要機材リスト

P=プロミシレンナヤ変電所

R=ラディオスタンツィヤ変電所

機材名	調達国	主な仕様または構成	所要数量	
			P	R
110kV 変圧器	日本	定格電圧: 110/35/10kV 定格容量: 40/20/40MVA 定格周波数: 50Hz 結線方式: 星形中性点直接接地/ 星形中性点非接地/三角形非接地 冷却方式: 油入自冷/油入風冷方式 タップ位置: 1次側、2次側	2台	—
110kV 変圧器	日本	定格電圧: 110/35/10kV 定格容量: 40/20/20MVA 定格周波数: 50Hz 結線方式: 星形中性点直接接地/ 星形中性点非接地/三角形非接地 冷却方式: 油入自冷/油入風冷方式 タップ位置: 1次側	—	2台
110kV 遮断器	日本	型式: SF ₆ ガス、Live Tank タイプ 3相一括、屋外型 定格電圧: 126kV 定格電流: 1250A 定格遮断電流: 31.5kA 制御電圧: AC220V	2台	2台
110kV 接地 開閉器付き 断路器	日本	型式: 3相一括、屋外型 定格電圧: 126kV 定格電流: 1250A 短時間耐電流: 31.5kA(1sec) 衝撃波耐電圧: 550kV 商用周波耐電圧: 230kV 型式: 3相一括、屋外型 定格電圧: 110kV	6台	6台
110kV 電圧変成器	日本	型式: 3相、屋外型 定格電圧: 110kV/220V 定格周波数: 50Hz	2台	2台

110kV 電流変成器	日本	型式: 単相、屋外型 定格電圧: 126kV 定格1次電流: 1000A 定格2次電流: 1A 短時間耐電流: 31.5kA(1sec) 定格負担: 30VA相当	12台 (単相)	12台 (単相)
110kV 避雷器	日本	型式: 単相、屋外型、酸化亜鉛ギャップレス 定格電圧: 144kV 定格放電電流: 10kA	6台 (単相)	12台 (単相)
35kV 配電用 開閉設備	日本	型式: 屋内キュービクル型 構成: 遮断器、断路器、接地開閉器、避雷器、 電流変成器、電圧変成器(VT)、保護制御装置 定格電圧: 38.5kV 定格電流: 600A 定格遮断電流: 25kA	1式 受電: 2 母連: 1 配電線: 4 VT: 2	1式 受電: 2 母連: 1 配電線: 4 VT: 2
10kV 配電用 開閉設備	日本	型式: 屋内キュービクル型 構成: 遮断器、断路器、接地開閉器、避雷器、 電流変成器、電圧変成器(VT)、所内トランス、 保護制御装置 定格電圧: 12kV 定格電流: 2000A 定格遮断電流: 12.5kA 変流器: 2000/1A	1式 受電: 2 母連: 1 配電線: 40 所内: 2 VT: 2	1式 受電: 2 母連: 1 配電線: 16 所内: 2 VT: 2
保護制御 装置	日本	型式: 保護継電器付デジタル型 構成: 受電制御盤、変圧器保護盤	1式 受電保護 変圧器保護	1式 受電保護 変圧器保護
直流設備 (充電器、 バッテリー)	日本	定格(充電器): AC440V/DC220V 定格(バッテリー): 200Ah/5時間	1式	1式
35kV 電力 ケーブル	日本	型式: CV、CVT 定格: 36kV	300m	170mm
10kV 電力 ケーブル	日本	型式: CV,CVT 定格: 12kV	3,750m	300

3) 施設概要

a) 配電用開閉設備・保護制御装置などの収納建屋

夏季の高温・厳しい直射日光の影響を受けやすい配電用開閉設備、保護制御装置、直流設備については、建屋を建設し収納する。建屋には空調設備を設置する。開閉設備、保護制御装置、直流設備は壁で区分するとともに、半地下部にケーブルチャンネルを設け、ケーブル処理がしやすい構造とする。

また、新設のラディオスタンツィヤ変電所は、建屋内に衛生設備スペースを確保する。

b) 付帯設備

新設のラディオスタンツィヤ変電所は、門扉、塀、構内道路、消火設備など変電所の公衆安全確保、保守作業、設備維持に必要な付帯設備を設置する。

4) 機器・施設配置設計

a) プロミシレンナヤ変電所

110kV受電設備は、既設母線を利用するため、取替え前とほぼ同様の機器配置となるが、35kV,10kVの配電用開閉設備は、空きスペースに建設する2棟の建屋内にそれぞれ配置する。

35kV配電用開閉設備収納建屋は、既設の35kV気中設備ヤード近傍の空スペースに、建屋工事中も使用することになる2号の35kV受電線（気中架線設備）を避けた位置に配置する。

10kV配電用開閉設備収納建屋は、既設10kV開閉設備の近傍に配置するが、建屋建設に支障となる35kV,10kVの変圧器から開閉設備までの空気絶縁設備は、仮設ケーブルを建屋工事の支障とならない位置に敷設した後、建屋工事に着手する前に撤去することとする。

b) ラディオスタンツィヤ変電所

110kVの電源送電線の引込は、変電所用地に隣接する35kV架空配電線の分断、110kVへの昇圧工事に関わる先方との分担に基づき、本事業では引込鉄塔を変電所近傍に1基建設し、そこから引留鉄構に引込むこととする。

110kV受電設備、変圧器の基本的な配置は、建設の容易性、必要な電気絶縁距離、運転開始後の作業で必要となる離隔の確保、設備事故時の機器の搬出入が可能かなどの点から配置設計した。プロミシレンナヤ変電所とほぼ同じ標準的な配置であるが、変電所用地が狭小のため、構内に変圧器の搬入や事故時の搬出路が確保できず、両側の道路からの直接搬入・搬出をせざるを得ない配置となる。

配電用開閉設備、保護制御装置などの収納建屋は1棟とし、開閉設備は2段積みとして狭小スペースへの対応を図る。

配電線の引出ルートは、建屋から道路までの35kV,10kV配電線の引出用ピットと35kV既設配電鉄塔までの2回線の配電線引出用ピットを配置する。

5) 既設設備との取合い

a) プロミシレンナヤ変電所

110kV受電設備の既設設備との取合い（工事範囲となる設備分界点）は、機器への接続架線以降（鉄構と架線は流用）であり、3号変圧器との母線連絡用断路器を含め、3号変圧器側は対象外とする。

35kV配電線は引出口鉄構のケーブルヘッドから碍子装置までの架線接続、10kV配電線は既設配電線との中間ジョイント部までとする。

b) ラジオスタツィヤ変電所

110kV受電側は、変電所に送電線を引き込むための引込鉄塔の隣接鉄塔との接続（碍子装置）までであり、35kV配電線は既設配電鉄塔への接続用ケーブルヘッドから碍子装置までの架線接続までとする。なお、10kV配電線の引出は先方工事とする。

6) プロミシレンナヤ変電所の改修・増容量工事における配慮事項

a) 工法、工程、工期面の配慮事項

同変電所は年間を通し設備の利用率が高く、変電所を全面的に停止し設備更新することができない。また、別位置に設備を新設し一気に切替えることも、スペース、コスト面でできないことから、2系列ある設備を片系列毎に交互に停止し、停止した設備をほぼ元位置で取替える工法を採用せざるをえない。

この場合、片側設備を運転しながらの工事となるため、既設の母線の一部は使用したままで、更新する機器、制御ケーブル、機器架台・基礎を全て撤去、その後、整地、接地線敷設、機器基礎構築・架台設置、機器の移動・据付、組立・調整・試験というシリーズ工程とならざるをえない。

また、配電用開閉設備、保護制御装置、直流設備を収納する建屋の建設位置が、既設設備の一部にかかるため、その設備を移設する仮設切替工事が必要であり、それを行ってから建屋工事に取り掛からなければならないことから、施工業者決定後早期に仮設工事に着手する必要がある。

同変電所は、現在でも冬季の急激な需要増に設備の容量が不足しており、計画的あるいは設備容量超過に伴う突発的な停電が生じている。このため、変圧器を1台停止する期間は、需要が少なくなってくる4月以降が望ましいが、2系列の工事を交互停止でシリーズに実施しなければならず、無償資金協力の事業期間（契約後24ヶ月以内）で竣工させるには、工期は極めてタイトであり、現在のところ、冬季間の2月からの停止にせざるを得ない。従って、需要が低下するまでの間、10kVの連系配電線を使って負荷の一部を他変電所に移行する対応（先方実施）が必要となる。最初の1台の変圧器を更新後は設備容量が増えるため、切替えの制約は限定される見込みである。

b) 設備の運転・管理箇所との分担・連携に関わる配慮事項

配電線の供給停止及び特定の需要家に専用で供給している3号変圧器の停止時間を極力短時間とするため、仮設の必要、設備停止範囲への考慮、確実な切替手順、既設・新設配電用開閉設備の併用が必要となり、そのための設備の停止・運転に伴う開閉器操作、安全措置手順が多くなり作業が輻輳する。従って、工事実施方と設備の運転・保守・管理責任箇所、変電所常駐運転・保守員との分担・連携について、綿密な打ち合わせと監理が必要となり、工事実施期間中を通した連続的な対応が必要となる。また、設

備操作手順のルール、操作に伴う作業（操作ロック、接地取付、安全区画など）の運転側と工事作業側との分担の取り決めが必要になると考えられる。

同変電所は、冬季の停電とともに、設備トラブル等による突発的な停電が年間を通し多く発生している。工事実施中に設備トラブルや停電が発生した場合の対応について、工事進捗に合わせた調整・変更・確認が必要となる。

既設設備はソ連時代の古い設備も多数有り、これまでの設備改修履歴もほとんど残されていないと想定されるため、設備撤去や更新にあたっては、設備の調査や確認調整が頻繁に発生することも予想される。

c) 工事安全に関わる配慮事項

既設設備は空気絶縁タイプの設備であり、母線と架線や機器への接続架線、機器の充電部が露出している。また、片系列の工事実施中に、運転中設備の充電部が作業場所に近接して存在している場所もあることから、感電防止など電気安全確保に特段の配慮が必要となる。

母線、鉄構などが高く、そこでの高所作業車を使用したあるいは足場を組んだ高所作業が多い。また、撤去機器の据付位置から仮置場まで移動（先方から既設機器も流用したいのでそのまま移動するよう要請されている）と新設機器の仮置場からの据付位置までの移動では、変圧器・遮断器をはじめとする重量物の既設設備を避けながらの移動も多く発生する。また、既設母線を流用するため、クレーンの使用範囲が限定される。こういった高所作業、重量物の構内移動、重機使用上の制限などに関わる特別な安全確保が必要となる。

7) 機材調達の方

今回対象となる機器は、IEC規格に準拠した仕様であり、日本での製造が可能のため、建屋や機器基礎に用いる骨材、鉄筋、セメントなどの建築資材を現地調達とする他は全て日本で調達する。ただし、3巻変圧器については、日本国内の電力会社での使用例がほとんど無いことから設計費のコストアップが想定され、海上輸送費もかかることから、日本メーカーの海外工場など高い品質レベルが確認されている第3国原産品も調達可能とする。また、110kV遮断器、断路器、電圧変成器などについても、IEC規格品が多く製造され、高い品質レベルとコストメリットが期待できる第3国原産品も調達可能とする。

表 主要な機材調達先リスト

機材名	現地	日本	第三国	備考
110kV主要変圧器		○	○	ロシア等
110kV遮断器		○	○	ドイツ等
110kV接地開閉器付き断路器		○	○	イタリア、オランダ等
110kV電圧変成器		○	○	ドイツ、ベルギー等
110kV電流変成器		○	○	インド、ベルギー等
110kV避雷器		○		
配電用開閉設備（35kV、10kV）		○		
保護制御装置		○		
直流設備（充電器、バッテリー）		○		
電力ケーブル（35kV、10kV）		○		

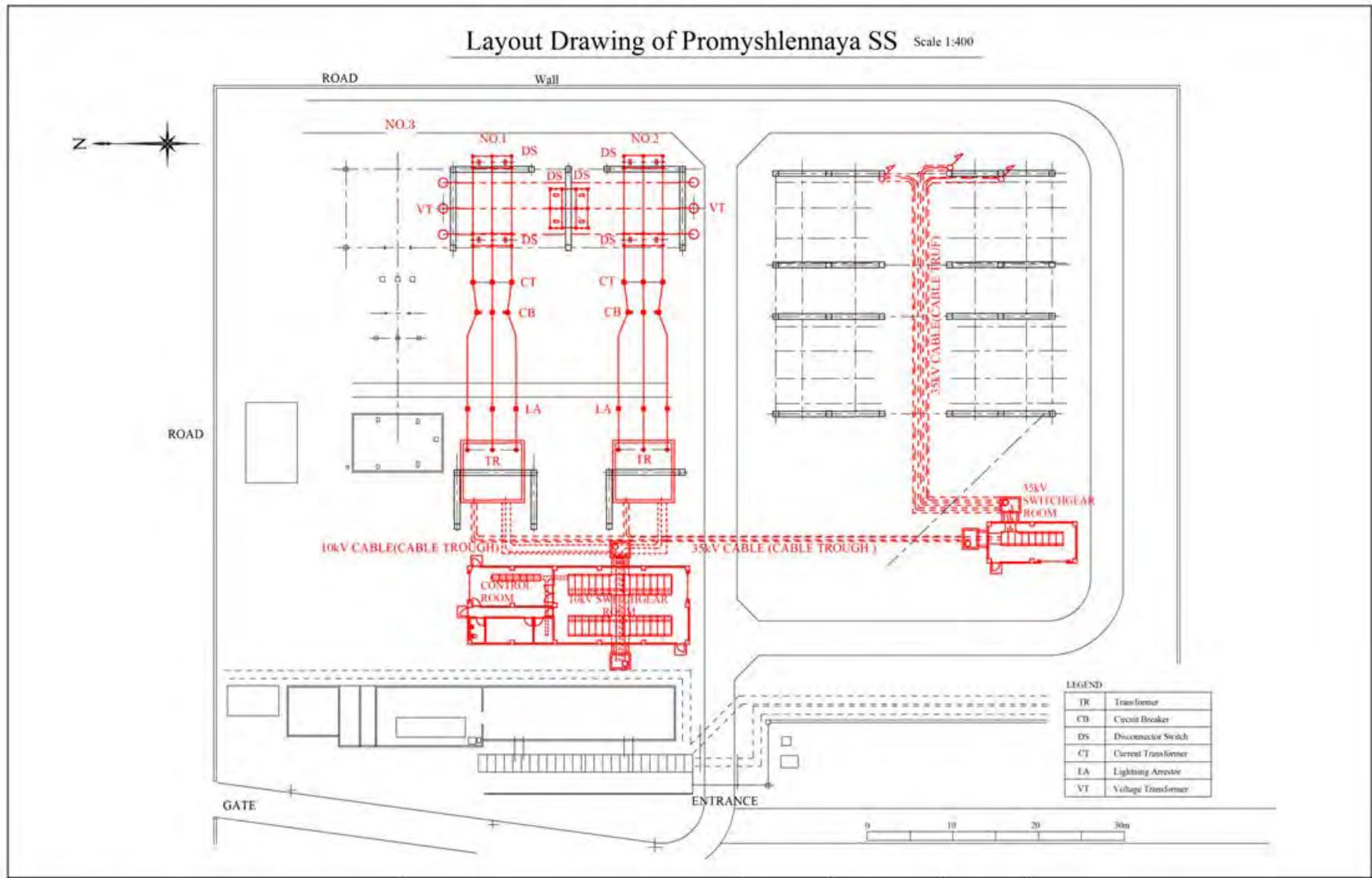
3-2-3 概略設計図

本事業の概略設計図は、以下の通りである。概略設計図面リストを表3-16に示す。

表 3-16 概略設計図面リスト

No.	Title	Scale
1	プロミシレンナヤ変電所レイアウト図	1 : 400
2	プロミシレンナヤ変電所単線図(1)	-
3	プロミシレンナヤ変電所単線図(2)	-
4	プロミシレンナヤ変電所10kV開閉器用 建屋レイアウト図	1:150
5	プロミシレンナヤ変電所35kV開閉器用 建屋レイアウト図	1:150
6	ラディオスタンツィヤ変電所レイアウト図	1:400
7	ラディオスタンツィヤ変電所単線図	-
8	ラディオスタンツィヤ変電所開閉器用 建屋レイアウト図	1:150

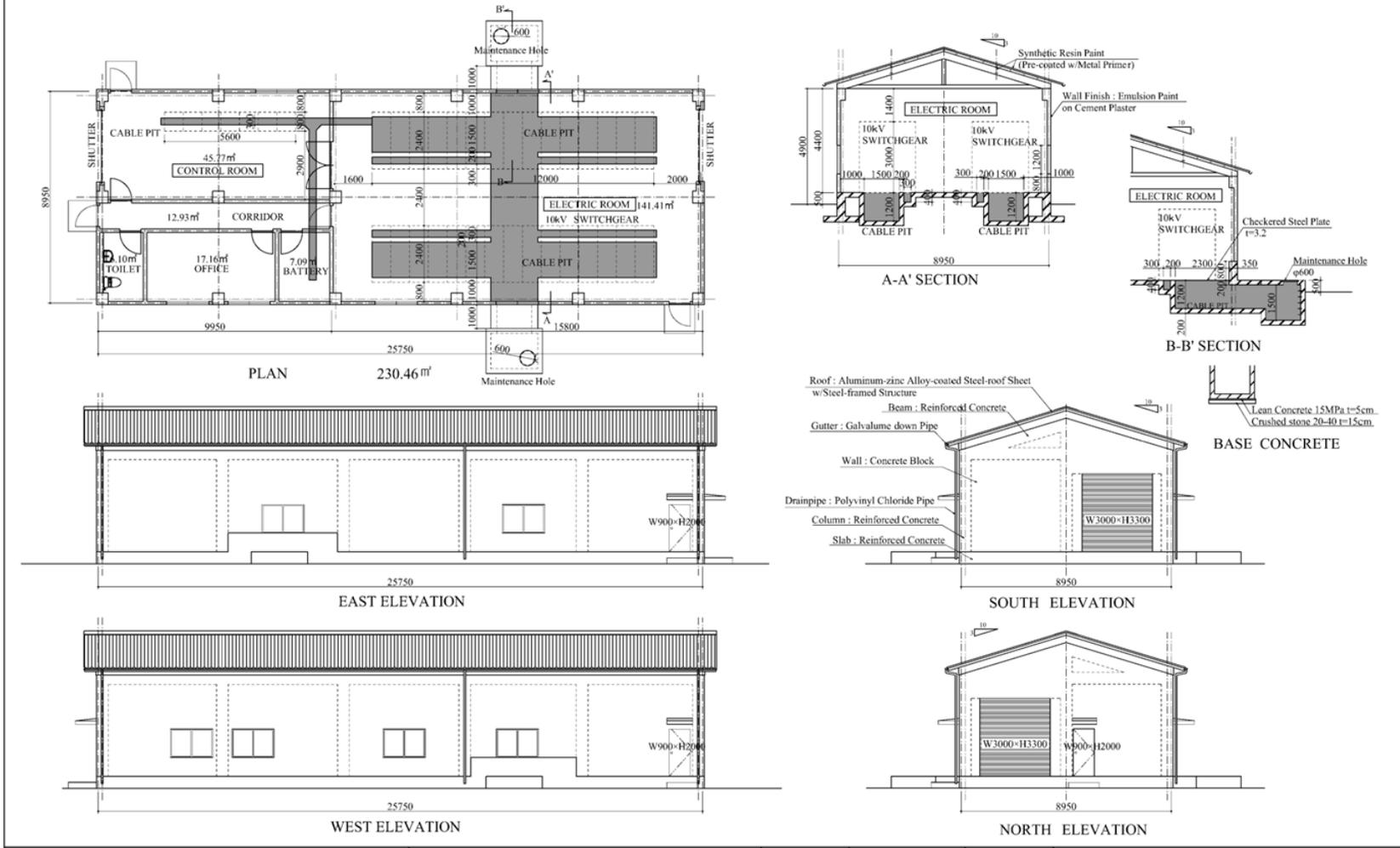
Layout Drawing of Promyshlennaya SS Scale 1:400



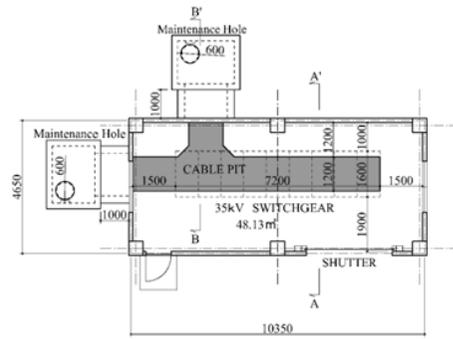
LEGEND:

TR	Transformer
CB	Circuit Breaker
DS	Disconnector Switch
CT	Current Transformer
LA	Lightning Arrestor
VT	Voltage Transformer

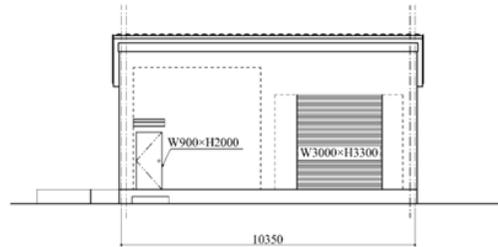
Building Layout Drawing of Promyshlennaya SS 10kV Switchgear Room Scale 1:150



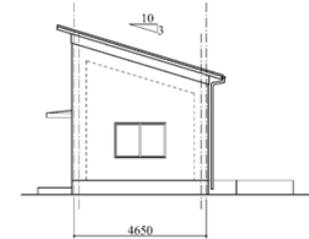
Building Layout Drawing of Promyshlennaya SS 35kV Switchgear Room Scale 1:150



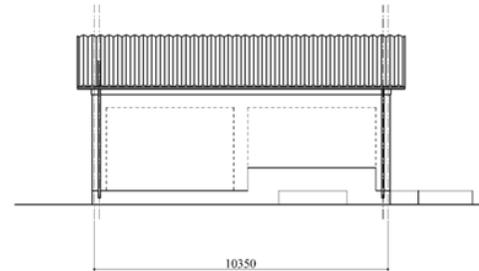
PLAN
48.13 m²



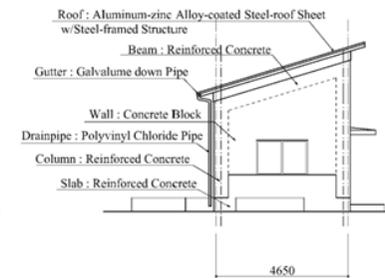
WEST ELEVATION



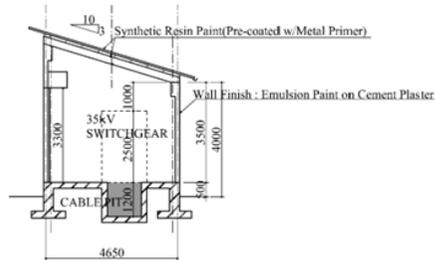
SOUTH ELEVATION



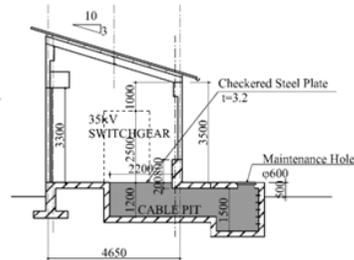
EAST ELEVATION



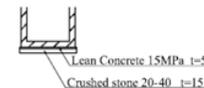
NORTH ELEVATION



A-A SECTION



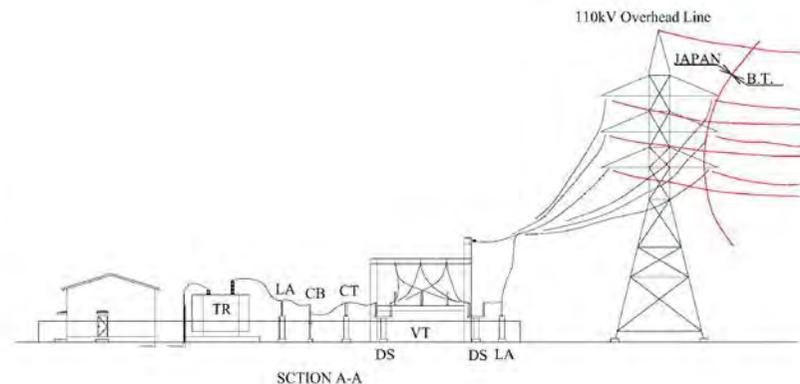
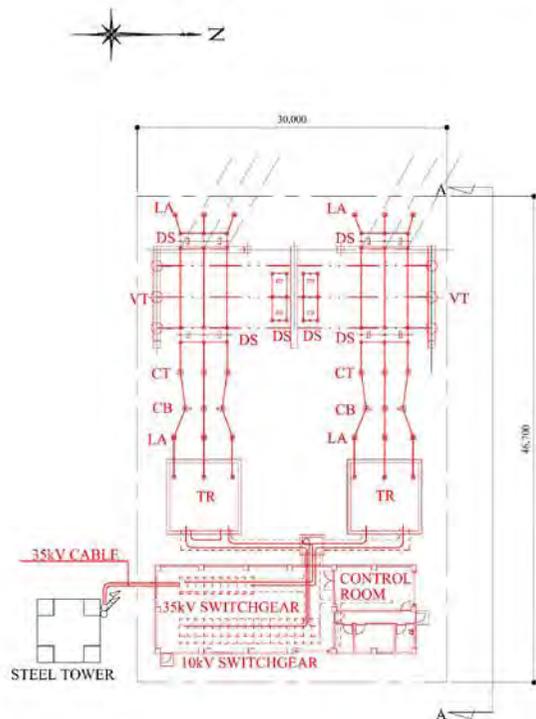
B-B SECTION



BASE CONCRETE

- Roof : Aluminum-zinc Alloy-coated Steel-roof Sheet w/Steel-framed Structure
- Beam : Reinforced Concrete
- Gutter : Galvalume down Pipe
- Wall : Concrete Block
- Drainpipe : Polyvinyl Chloride Pipe
- Column : Reinforced Concrete
- Slab : Reinforced Concrete

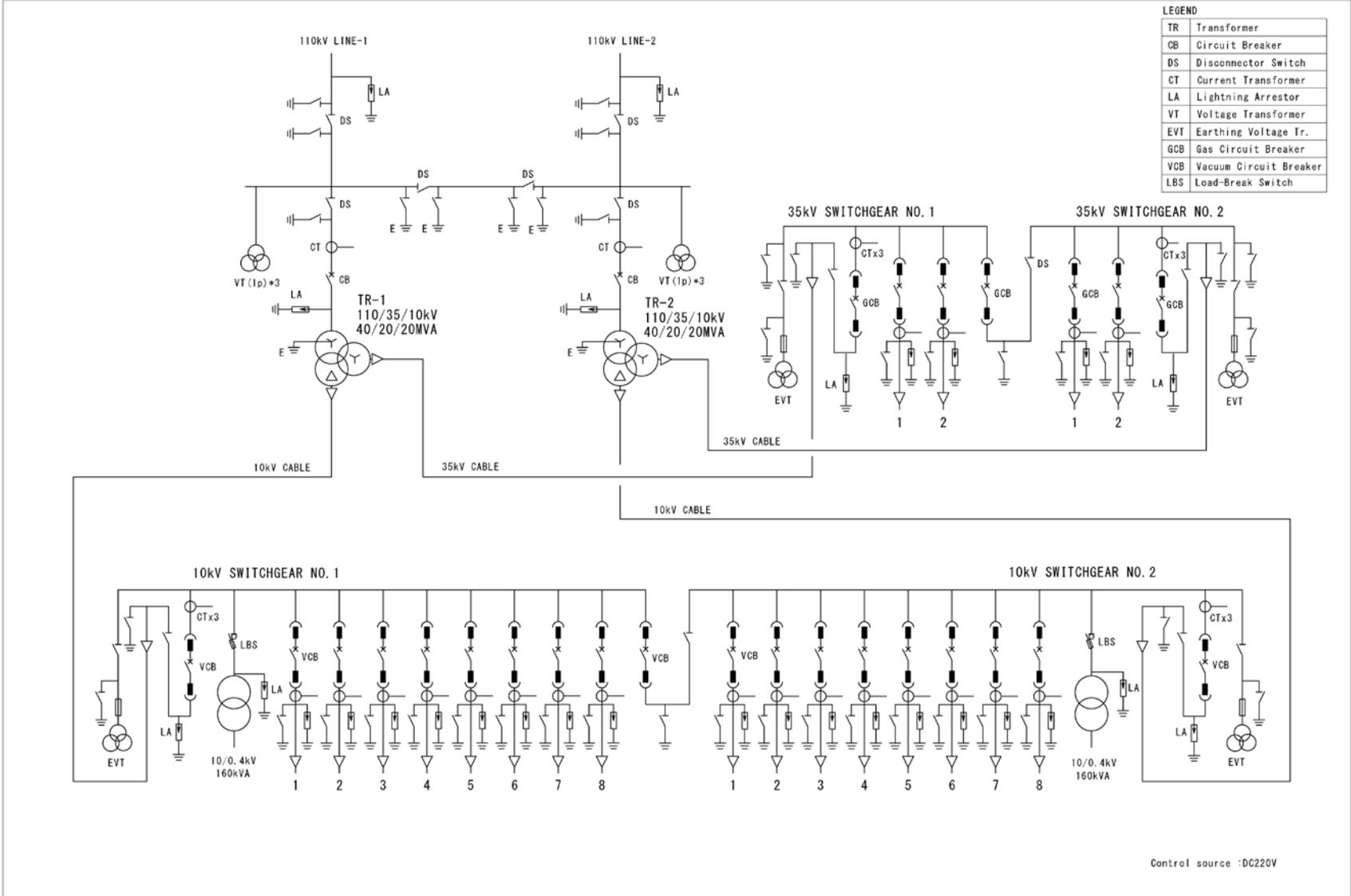
Layout Drawing of Radiostantsiya SS Scale 1:400



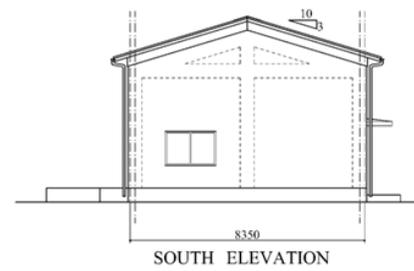
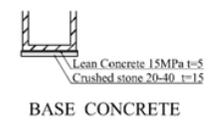
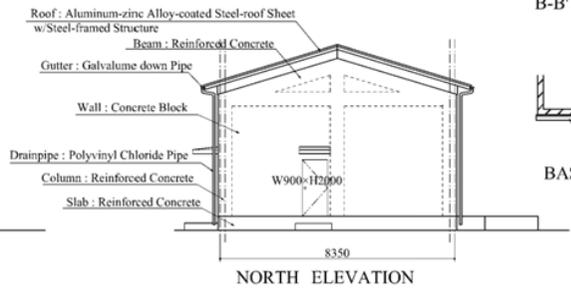
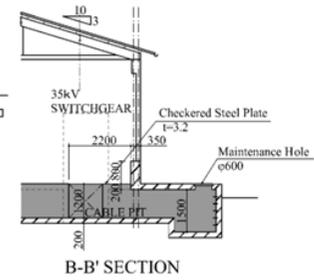
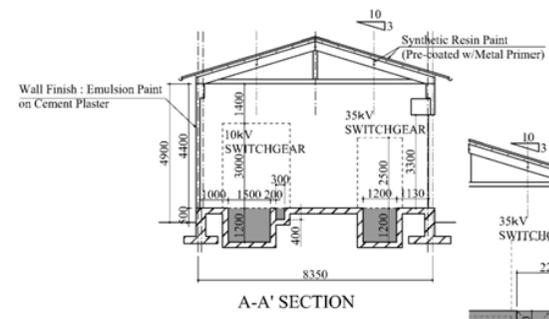
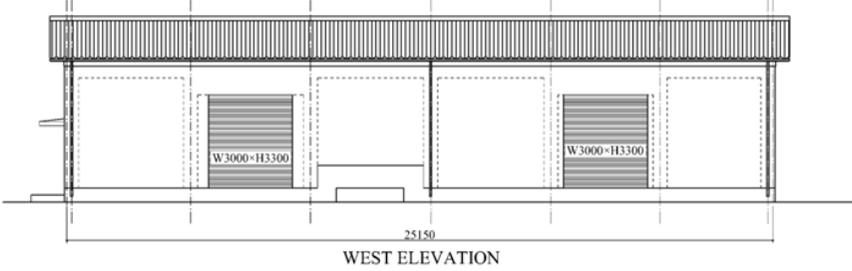
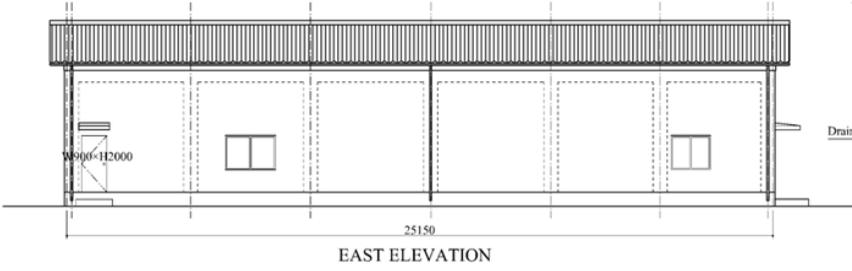
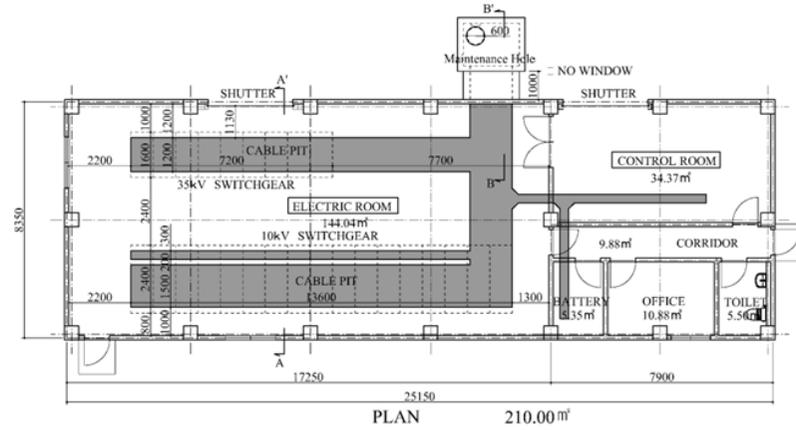
LEGEND

TR	Transformer
CB	Circuit Breaker
DS	Disconnecter Switch
CT	Current Transformer
LA	Lightning Arrester
VT	Voltage Transformer





Building Layout Drawing of Radiostantsiya SS Switchgear Room Scale 1:150



3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本事業は、我が国の無償資金協力の枠組みに基づいて実施されるため、我が国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JICA（国際協力機構）とタジキスタンとの贈与契約（G/A）が取り交わされた後に実施に移される。以下に本事業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

タジキスタン側の本事業実施の監督責任機関は、エネルギー水資源省である。また、当該設備の供用開始後の運用維持管理は、本事業の実施機関であるBTが担当する。本事業を円滑に進めるために、エネルギー水資源省及びBTは、本事業を担当する責任者を選任し、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行う必要がある。

選任されたBTの本事業責任者は、本事業に関係するエネルギー水資源省及びBT職員、並びに計画対象地域の住民に対して、本事業の内容を十分に説明・理解させ、本事業の実施に対し協力するように啓蒙する必要がある。

(2) コンサルタント

本事業の機材調達・据付工事を実施するため、日本のコンサルタントがBTと設計監理業務契約を締結し、本事業に係わる実施設計と施工監理業務を実施する。また、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BTに対し、入札実施業務を代行する。

なお、本事業には変電所の既設設備を運転しながら機器の改修・増容量工事を行うという、施工の安全・品質確保面で特段の配慮を要する工事が含まれるため、施工監理にあたっては、BTの工事責任者、設備運用者、請負業者間の密接な連携がとれるようコンサルタントの積極的な役割が求められる。

(3) 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タジキスタン側から選定された日本国法人の請負業者が、本事業の資機材調達及び据付工事並びに施設の建設を実施する。

請負業者は本事業の完成後も、引き続きスペアパーツの供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要と考えられるため、当該資機材及び設備の引渡し後の連絡調整についても十分に配慮する必要がある。

(4) 技術者派遣の必要性

本事業は、既設変電所の老朽設備を撤去し、変電設備の据付工事と関連する土木・建

築工事を行う変電所改修・増容量工事と、新たに確保された用地に変電設備の据付工事と引込鉄塔建設工事、関連する土木・建築工事を行う変電所新設工事からなる複合工事であり、お互いに調整のとれた施工が必要である。また、それらの工事の大部分が並行して実施されることや、工程・品質・出来形及び安全管理のため、我が国の無償資金協力のスキームを理解し、工事全体を一貫して管理・指導出来る現場主任など、必要な技術者を日本から派遣することが不可欠である。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) タジキスタンの建設事情と技術移転

ドシャンベには、総合建設業者や電気工事会社が複数社あり、タジキスタン内での労働者、運搬用車両、建設重機・資機材等の現地調達並びに、本事業の施設建設工事は現地業者への発注が可能である。但し、本事業の工期を確実に守るために、工事調整、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、日本人技術者の現地派遣は必須である。

(2) 現地資機材の活用について

タジキスタンでは、機器基礎工事、建屋工事等に使用する骨材、セメント、鉄筋等は品質・納期に対する管理が必要であるものの、現地調達が可能であり現地調達品の採用例が多い。このため、施工計画の策定に当たっては、現地産業の育成を考慮し、可能な限り現地で調達可能な資材を採用することとする。

(3) 安全対策について

タジキスタンでは治安上の問題は比較的少なく、本事業対象地域はドゥシャンベの中心部に位置していることから、アクセスが良く、モニタリング等が容易に行える地域である。ただし、日没以降での工事は避け、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。

(4) 免税措置について

現地サブコントラクターに課される所得税、年金税以外の税金は全て免除される。免税を受けるには、まず、本事業が「国家投資プロジェクトリスト」にリストアップされ、国会承認を得ておく必要がある。また、免税手続きの一つとして、本事業に関わる現地サブコントラクターのリストの提出も必要である。タジキスタンの税金種別を表 3-17 に示す。

表 3-17 タジキスタン共和国の税金種別

項目	税名称
国税	所得税
	収益税
	付加価値税
	消費税
	社会税
	天然資源課税
	自動車道路利用者税
地方税	自動車税
	財産税

出所：エネルギー水資源省

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

我が国とタジキスタンの施工負担区分は下表 3-18 に示すとおりである。

表 3-18 負担事項区分

No.	負担事項	負担区分		備考
		日本国	タジキスタン	
1	新設変電所（ラディオスタンツィヤ変電所）			
	(1) 変電所用地の確保		○	
	(2) 変電所敷地の整地		○	
	(3) 変電所機器搬入路・進入道路の確保		○	
2	新設変電所の 110kV 引込送電鉄塔関連			
	(1) 鉄塔用地の確保		○	
	(2) 引き込み鉄塔建設工事	○		
3	新設変電所附帯施設関連			
	(1) 建屋工事（衛生設備を含む）	○		
	(2) 外構（門扉、塀、車両駐車スペース）工事	○		
	(3) 水道・下水（敷地内給排水設備）工事	○		
	(4) 水道・下水本管から変電所への引込工事		○	
	(5) 構内道路、雨水排水路工事	○		
	(6) 情報通信と給電用電話用の OPGW を設置		○	

4	既設変電所（プロミシレンナヤ変電所）施設関連			
	(1) 建屋工事	○		衛生設備は無し（既設利用）
	(2) 電話工事（既設制御室との接続）	○		
5	資機材の輸送、通関手続き及び諸税の取扱い			
	(1) タジキスタンまでの輸送	○		
	(2) 免税措置及び通関手続き		○	
	(3) 変電所までの内陸輸送	○		変電所に仮資機材置場を設置
6	第三国調達資機材に係る付加価値税の免除		○	
7	タジキスタン国内への入国許可に必要な措置		○	
8	施設及び調達機材の適切な運用・維持管理		○	
9	無償資金協力に含まれない費用の負担		○	
10	銀行取極（B/A）に基づく 以下の手数料の支払い：			
	(1) A/P 授権手数料		○	
	(2) 支払手数料		○	
11	プロジェクト実施に必要な環境社会配慮の申請と承認承認取得の予算確保及び実施		○	
12	以下に示す許可取得のための必要な措置 ・据付工事に必要な許可 ・制限地区への進入許可		○	必要に応じてプロジェクト実施前に取得する
13	仮資機材置場用地用フェンス・門扉の建設	○		
14	工事期間中の駐車場の確保		○	
15	工事用事務所	○		調達業者及びコンサルタント用
16	資機材の適切な保管及び安全管理	○		仮資機材場、工事仕掛中
17	残土及び工事雑水の廃棄場所の提供		○	
18	資機材の製造・調達	○		
19	資機材の据付工事、調整・試験	○		

20	工事期間中の一時的な停電作業		○	
21	調達機材の初期操作指導及初期操作指導 及び維持管理に係る運用指導	○		
22	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		○	
23	工事に必要な停電等に際しての 需要家等への対応 及び補償		○	
24	工事中の需要家に対する停電計画や安全対策実施時の 連絡		○	

注：○印が担当を表す。B/A：Banking Arrangement、 A/P：Authorization to Pay

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは基本設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。本事業は、変電所改修・増容量工事と変電所新設工事であり、既設電力設備との関連も多く、現地にてエネルギー水資源省とBTとの調整のもと監理を進めていく必要がある。特に、既設変電所改修工事では、直接的な設備の運転・管理箇所との連携が必須となることも含め、コンサルタントは施工監理段階において現地に最低限2人(常駐監理責任者、工事調整責任者)の技術者を常駐させ、総合的な工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。

また、機器の据付、試運転・調整、引渡し試験等の工事進捗に併せて、必要となる専門技術者を派遣し、請負業者が実施するそれらの施工監理を行う。更に必要に応じて、国内または第3国で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に国内の専門家が参画し、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 調達監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように請負業者を監理・指導する。以下に施工監理上の主な留意点を示す。

(2) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測されるときは、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了するように指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ・ 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び工事現場出来高）
- ・ 資機材搬入実績確認（資機材及び建築工事資機材）

- ・仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ・技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

(3) 安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ・安全管理規定の制定と管理者の選任
- ・建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- ・工事用車輛、運搬機械等の運行ルート策定と安全走行の徹底
- ・労働者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

(4) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本事業の実施担当者の相互関係は、図 3-3 のとおりである。

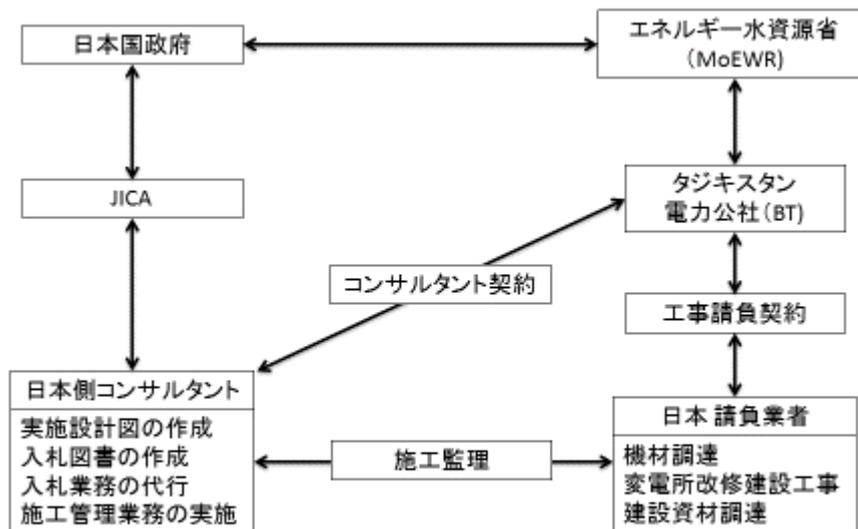


図 3-3 事業実施関係図

(5) 施工監督者

請負業者は、既設変電所、新設変電所工事用資機材を調達・納入すると共に、電気工事及び当該工事に係わる土木・建築工事を実施する。また同工事実施のために、請負業者はタジキスタン現地業者を下請け契約により雇用することになる。従って、請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請け業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者への指導・助言を行うものとする。

本事業の変電設備工事の規模・内容から、最低限、表 3-19 に示す請負業者側技術者の現場常駐が望ましい。

表 3-19 請負業者側派遣技術者

担当	人数	作業内容	派遣期間
現地調達管理要員(機材)	1	工事全体管理 関係機関との協議、調整 資機材調達監視 通関手続き 労務、経理事務 安全管理統括責任者	機材工事期間
電気工事責任者	1	電気工事管理 機材調達監視	機材工事期間
電気工事施工管理技術者	9	各変電所電気工事管理	機材工事期間
安全担当	2	安全管理統括	機材工事期間
建築工事施工管理者	1	建築工事管理 建屋構造の工事管理	建築工事期間
設備技術者	1	建屋設備の工事監視	設備工事期間

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本事業で調達される資機材の品質並びにそれらの施工／据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理・照査を実施する。品質／出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正・変更・修正を求める。

- ・資機材の製作図及び仕様書の照査
- ・資機材の工場検査立会い、または工場検査結果の照査
- ・梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ・資機材の施工図、据付要領書の照査
- ・資機材の試運転・調整・試験・検査要領書の照査
- ・資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・試験・検査の立会い
- ・機材据付施工図・製作図と現場出来形の照査
- ・建築施工図・製作図と現場出来形の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本事業で調達・据付が行われる変電設備用資機材は、タジキスタンでは製造されていない。このためタジキスタンでは変圧器、開閉設備等の主要資機材は、ロシアを中心とした旧 CIS 圏をはじめ、近年は、トルコやドイツなどヨーロッパ製品が BT の変電設備に導入され始めているが、特別高圧変電機器に関して、事故・修理等の対応や予備品調達等の必要なアフターサービス体制を整えている製造会社は少ない。従って、本事業の変電設備用資機材の調達先の選定に当たっては、現地事情を考慮し、タジキスタン技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無等に配慮して決定する必要がある。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本事業の調達機材の初期操作指導並びに運転維持管理方法に関する指導については、工事完了前に製造業者の指導員が運転維持管理マニュアルに従って OJT にて行うことを基本とする。BT は、本指導計画を円滑に進めるために、コンサルタント及び請負業者と密接な連絡・協議を行い、OJT に参加する専任技術者を任命しなければならない。選任された BT の技術者は、計画に参加できなかった他の職員に対して、技術を水平展開し、BT の維持管理能力の向上に協力しなければならない。また、変電設備の運用、資機材据付時及び据付後の調整・試験等には、所定の技術レベルを有するメーカーの専門技術者が必要となることから、現地業者の活用は困難であり、我が国から専門技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行わせる。

3-2-4-8 実施工程

我が国の無償資金協力制度に基づき、図 3-4 に示すと通りの事業実施工程とした。

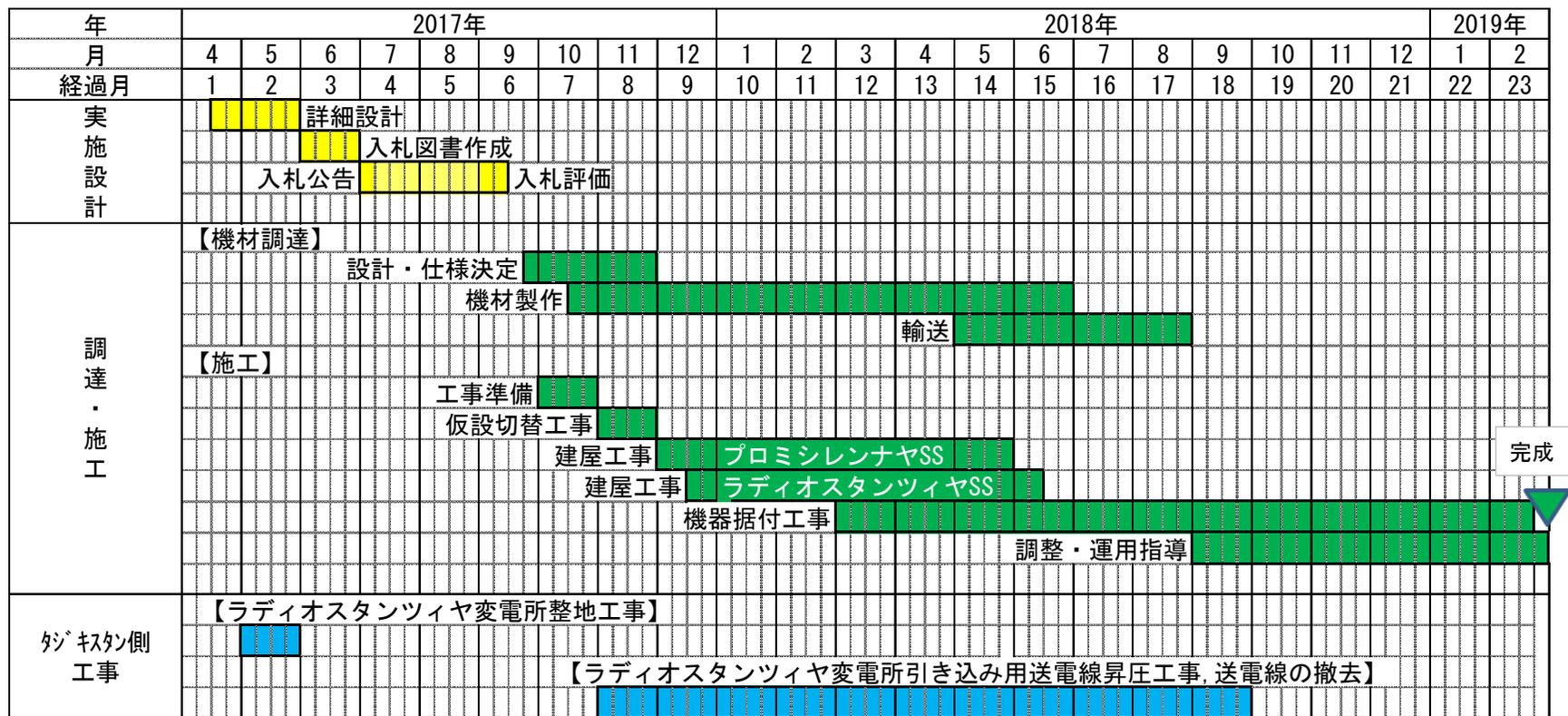


図 3-4 事業実施工程

3-3 相手国側負担事業の概要

タジキスタン側の負担事業の概要を表 3-20 に示す。

表 3-20 タジキスタン側負担事項

(P=プロミシレンナヤ変電所)

(R=ラディオスタンツィヤ変電所)

番号	負担事項
1 (P)	変圧器の敷地外への撤去
2 (P)	工事中の需要家に対する停電計画や安全対策実施時の連絡及び停電の補償
3 (R)	(1)プロジェクトサイト用地の確保 (2)プロジェクトサイト内の整地及び障害物の撤去
4 (R)	110kV 既設送電線昇圧工事は BT 側で実施する。
5 (R)	新設変電所建設工事のうち (1) 敷地整地工事 (2) プロジェクトサイトへのアクセス道路 (3) プロジェクトサイト内に排水路がある場合、その付け替え
6 (R)	新設変電所用附帯設備工事 (1) 水道工事 水道本管からサイトへの引込工事 (2) 排水工事 サイト外排水
7 (P and R)	資機材の輸送に係る通関手続き及び諸税の取扱い (1) ドウシャンベ第 2 駅での免税措置及び通関手続き (2) タジキスタン側の原因によりドウシャンベ第 2 駅での免税措置及び通関手続きに時間がかかる場合、資機材輸送保管庫の提供、費用負担
8 (P and R)	現地調達資機材に係る付加価値税の免除
9 (P and R)	タジキスタン内への入国許可に必要な措置
10 (P and R)	工事用電気、水道の設置、費用負担
11 (P and R)	銀行取極 (B/A) に基づく以下の手数料の支払い (1)A/P 授權手数料 Authorization to Pay (2) 支払手数料 Commission to remit
12	プロジェクト実施に必要な環境社会配慮の申請と承認取得の

番号	負担事項
(P and R)	予算確保及び実施
13 (P and R)	以下に示す許可取得のための必要な措置： (1) 据付工事に必要な許可 (2) プロジェクト対象変電所の制限地区への進入許可
14 (P and R)	プロジェクト対象変電所の仮設資機材置場用地は、プロミシレネヤ変電所に確保
15 (P and R)	工事期間中の駐車場の確保
16 (P and R)	既設架空線/地中ケーブルまたはパイプの移設及び 許可取得（電力、電話、水道、下水等）
17 (P and R)	残土及び工事雑水の廃棄場所の提供
18 (P and R)	日本側工事実施者と BT 側が協議の上停電作業計画を作成し、BT が停電のための必要な操作を行う
19 (P and R)	プロジェクト工事サイトにおけるプロジェクト関係者への安全情報の共有。
20 (P and R)	コンサルタント用事務所の部屋提供

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

本事業対象地域内の需要家への電力供給信頼度を向上させ、安定した電力供給運営を行うためには、送変電設備の適切な運転・保守及びそれらの周辺環境の保全が不可欠である。このため、各設備の事故発生率を低減させ、信頼性、安全性及び効率の向上を目指した適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。図3-5 に送変電設備の維持管理に関する基本的な考え方を示す。これにより、本事業で調達・据付けられる機材及び建設される施設の維持管理は、予防保全を中心に実施する。

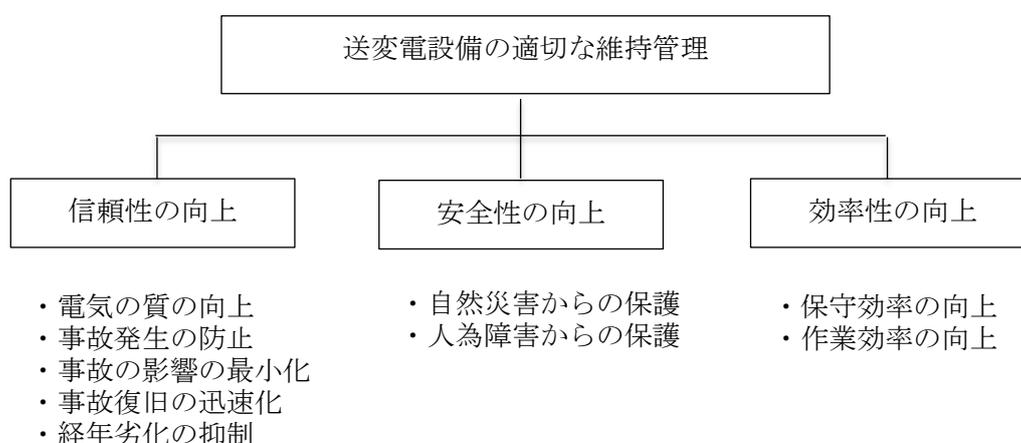


図 3-5 送変電設備の維持管理

本事業においては、据付工事及び試験調整期間中に日本の請負業者により派遣される技術者によって、当該変電設備及び送電設備の運転・維持管理に関するOJTを実施する計画である。併せて日本側から必要な保守用工具及び運営・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運営・維持管理体制について提案する事により、十分その効果を発揮する事が可能である。

3-4-2 日常点検と定期点検項目

本事業で調達・据付けされる変電設備の標準的な定期点検項目は、表 3-21 に示すとおりである。同表に示すとおり、設備の点検は、①機器の異常発熱、異常音等を人間の五感により毎日点検する「巡視点検」、②各機器のボルト等の締付け状態、絶縁物の表面汚損状態等、日常の巡視点検では出来ない課電部の点検を行う「普通点検」及び③各機材間のインターロック機構等の機能点検及び計器類の精度維持を実施する「精密点検」に分類される。通常、普通点検は1～2年に1度、精密点検は4年に1度程度実施される。また、配電盤等に内蔵されているヒューズ、計器、リレー等の性能劣化、絶縁性能の劣化、接点の摩耗並びに特性が変化する部品は、普通点検及び精密点検時に、部品の特性と使用頻度を確認した上で、適宜交換することが望ましい。

表 3-21 標準的な変電設備機器の定期点検項目

点検項目	点検内容（方法）	巡視 点検	普通 点検	精密 点検
設備外観	開閉表示器、開閉表示灯の表示状況	○	○	
	異常音、異常臭の発生の有無	○	○	
	端子部の過熱変色の有無	○	○	
	ブッシング、碍管の亀裂、破損の有無及び汚損の状況	○	○	
	設置ケース、架台等のさび発生状況	○	○	
	温度異常の有無	○	○	
	ブッシング端子の締付け状況（機械的チェック）	○	○	
操作装置 及び 制御盤	ガス遮断器のガス圧力確認	○	○	
	各種計器の表示状況	○	○	○
	操作函、盤内の湿潤、さび発生の有無及び汚損の状況		○	○
	給油、清掃状況		○	○
	配線の端子締付け状況	○	○	○
	開閉表示の状態確認		○	○
	漏気、漏油の有無		○	○
	操作前後の圧力確認（SF ₆ ガス圧等）		○	○
	動作計の動作確認		○	○
	スプリングの発錆、変形、損傷の有無（手入れ）	○	○	○
	補助開閉器、継電器の点検（手入れ）		○	○
直流制御電源の点検		○	○	
測定・ 試験	絶縁抵抗の測定		○	○
	接触抵抗の測定			○
	ヒータ断線の有無		○	○
	継電器動作試験		○	○

3-4-3 予備品購入計画

3-4-3-1 予備品の対象設備

日常の運用において消耗・劣化し、定期的に交換が必要となる部品とし、その数量は1年間に必要となる数とするが、本事業で調達する機材の内、供用開始から1年間の運転で交換が必要となる予備品は想定されていない。

3-4-3-2 予備品の調達計画

無償資金協力の原則として、被援助国側は供用設備の運転維持管理能力を有していることが条件であり、準備調査の結果、実施機関であるBTはそれを有していると判断される。前項で述べたように、供用開始から1年間に必要となることが想定される交換部品は無いが、それ以降の交換部品については、機器に付属する初回定期点検時に交換が必要となるパッキン・グリスなどを除き、タジキスタン側負担事項の運転維持管理の範囲として、タジキスタン側が調達を実施することとする。

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

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、[] となり、先に述べた日本とタジキスタンとの負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。表 3-22 に日本側負担経費を示す。また、表 3-23 にタジキスタン側負担経費を示す。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1)日本側負担経費

概略総事業費 []

表 3-22 日本側負担経費

費目		概算事業費
機 材	開閉設備、制御室	[]
	110kV 主要変圧器	
	35kV 配電用開閉設備	
	10kV 配電用開閉設備	
	保護制御装置など変電設備一式	
	電力ケーブル	
ラディオスタンツィヤ変電所引き込み鉄塔工事一式		
実施設計・調達監理		[]

(2)タジキスタン共和国負担経費 []

表 3-23 タジキスタン側負担経費

No.	負担事項	概算額	概算額
1	ラディオスタンツィヤ変電所用地の整地及び機材運搬用道路敷設	[]	[]
2	ラディオスタンツィヤ変電所電源確保のための 35kV 送電線の 110kV への昇圧	[]	[]
3	ラディオスタンツィヤ変電所の上下水道接続	[]	[]
4	銀行取り纏め (B/A) に関する手数料	[]	[]
	合計	[]	[]

(3)積算条件

①積算時点：平成28年7月

②為替交換レート

平成28年4月から6月までの為替レートの平均値を用いた。

・米ドル (USD)、ユーロ (EUR) は、三菱東京UFJ銀行のT.T.S.レートを用いた。

・タジキスタンソモニはNational Bank of Tajikistan の為替レートを用いた。

1米ドル=109.04円、

1ユーロ=123.38円、

1ソモニ=13.74円

③調達期間：詳細設計、機材調達の期間は、図3-4 事業実施工程に示したとおり。

④その他：積算は、日本国政府の無償資金協力制度を踏まえて行う。

3-5-2 運営・維持管理費

本事業の対象地域における既存の変電所も、BTが維持管理している。従って、本事業で新設される変電所は、供用開始後、同社が運転・維持管理を担うことになる。本事業で改修されるプロミシレンナヤ変電所については、既に運転員が配属されているため、新たな雇用の必要はない。

またプロミシレンナヤ変電所では従来は老朽設備のために半年に1回の点検が必要であったが、4年に1回程度に点検頻度を下げることが可能なため、メンテナンスにかかる要員並びにコストを大幅に削減可能であり、維持管理に問題はない。

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

協力対象事業実施に係る用地取得及び環境許可の取得等が事業実施のための前提条件であり、以下に概略を示す。

タジキスタン側はこれらに対し必要な手続きを進めており、エネルギー水資源省とタジキスタン電力公社の責任者・専門家からなるタスクチームを設置するとともに、環境保全委員会等関係者を含めたプロジェクト推進体制も整っており、特段の懸案はない。

(1) 用地取得

ラディオスタンツィヤ変電所の用地が対象となるが、タジキスタン電力公社は既に 2016 年 1 月 27 日付の土地利用許可証 (Land Permission) (立地に係る住民の移転は不要) を取得しており、2017 年 1 月の第二次現地調査において、用地境界杭の確認及び測量結果を基にした公図の入手が可能な状態であることを確認している。

なお、タジキスタン側は本事業の実施工程を踏まえ、用地の整地を実施するとともに、周辺の再開発事業との整合に配慮していく必要がある。

(2) 環境許可

環境保全委員会からエネルギー水資源省に対し、対象となる 2 変電所の環境許可証が発行済みである。

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) 工事着工前

- ・タジキスタン電力公社は入札図書にラディオスタンツィヤ変電所の工事着手前の整地状況と周辺の再開発計画を示すことができるよう、入札図書打合わせまでに用地内に残置されている塀の撤去を含む整地を完了するとともに、関連する具体的な再開発計画の入手を行う。
- ・タジキスタン電力公社はラディオスタンツィヤ変電所用地への工所用電源の引込を行う。

(2) 工事期間中

- ・プロミシレンナヤ変電所の工事にあたり、やむを得ず計画的に配電線を停止する場合は、需要家の停電を避けるため他変電所の配電線との連系を活用し負荷の切替を行うとともに、停電が避けられない場合は住民に対し事前の停電周知を行う。
- ・同様に 2 台ある変圧器の 1 台を停止する場合は、過負荷による停電を避けるため、他変電所の配電線との連系を活用し負荷を他変電所に極力分散させる運用を行う。
- ・プロミシレンナヤ変電所の 2 系列ある設備の 1 系列の更新工事を終了した後に、更新設備の運転が可能なように中間竣工検査と設備管理上必要な手続きを行う。
- ・ラディオスタンツィヤ変電所に設置する機器の商用課電による耐電圧試験が機器据付工事終了後速やかに実施できるよう、電源送電線となる 35kV 送電線の 110kV への昇圧工事を実施する。

- ・ラディオスタンツィヤ変電所に設置する変圧器の負荷試験（ヒートラン）が商用課電試験後速やかに実負荷で実施できるよう、必要な10kV配電線引出工事を実施する。
- ・ラディオスタンツィヤ変電所の水道・下水設備の変電所内への引込が可能なよう、道路側の水道・下水工事を行う。
- ・保安用電話、監視情報伝送用の通信線の敷設と変電所への引込を行う。

(3) 工事完了後、供与開始後

- ・ラディオスタンツィヤ変電所の供用開始後、10kV配電線の引出工事を行う。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために前提となる外部条件は、以下の通りである。

(1) 上位目標に対して

- ・電力開発に関する政策が変更されない。
- ・政治・経済が安定している。

(2) プロジェクト目標に対して

- ・運営維持管理が持続的に行われる。
- ・料金徴収・財政支援が継続される。
- ・施設のセキュリティーが確保される。

(3) 期待される成果に対して

- ・上位の変電設備及び下位の配電設備が十分に稼働する。
- ・設備の運転維持管理計画が実施される。

4-4 プロジェクトの評価

以下に示す通り、本事業はタジキスタンのエネルギー政策並びに電力政策の実現に資するとともに、貧困層を含む対象地域の住民、公共施設に裨益するものであることから、協力対象事業としての妥当性は高いものと判断される。

4-4-1 妥当性

(1) 緊急性及び設備容量の妥当性

電力流通網に係る設備計画は、主に以下の観点から行われる。

- ① 電力需要に対する供給容量の確保
- ② 供給予備力の確保等を通じた供給信頼度（停電時間の低減等）の改善
- ③ 電力流通設備の改善等を通じた電力品質の改善

特に、①の電力需要に対する供給容量の確保は、経済・社会システムを支えるインフラ設備の基盤となる電力の安定供給にとって、最優先事項であり緊急性が高い。

首都ドゥシャンベはタジキスタンの政治、経済、社会の中枢を担う都市として、首都機能の整備・強化が進められるとともに、人口流入による大都市化が急速に拡大している。特に中心部は、地域再開発を伴う公共施設、業務用ビル、商業施設、高層住宅などの建設が急ピッチで行われており、この地域に供給する変電所の稼働率をみると、最大需要期の

冬季は一時的な過負荷運転を余儀なくされる状況となっている。また、一部の配電線で供給力を上回り、設備保護のための供給停止が発生するような状況も発生している。

このため、ドゥシャンベ中心部に位置する既設のプロミシレンヤ変電所の増容量工事、需要密度の高い地域の中心に新設のラディオスタンツィヤ変電所を立地し、この地域の供給力を増加することの緊急性は高いと判断される。

設備容量については、最大電力需要想定（年平均 5%程度の伸び率）を基に評価すると、2025 年度までは供給可能であり、若干の余力ができる周辺変電所との配電線連系を増強すれば、想定を上回る需要の伸びにも対応可能と判断される。

さらに、タジキスタンが今後進めなければならない、老朽化が全体的に進んだ電力流通設備の中長期的な設備改修・増強計画において、周辺の変電所の負荷を軽くすることが契機となり、周辺の設備更新計画を確実なものとする効果がある。

また、老朽設備の事故に伴う突発的な停電発生が頻度高く発生しており、電力供給信頼度の低下による直接的な経済損失が発生しているため、老朽設備の多いプロミシレンヤ変電所の全面的な設備更新と新設変電所の最新設備による供給信頼度向上の緊急性も高い。

一方、電力損失の高い老朽設備から低損失の最新設備への更新、これまで周辺変電所から需要中心に大きな電流を流すことにより発生していた電力の送電ロス、需要密度の高い地域にラディオスタンツィヤ変電所を立地することにより、配電線亘長が短縮化され損失が軽減される効果がある。

需要想定の評価で述べたように、本計画の設備計画の目標年次（2025 年）においても、電力需要を賄えることが確認される。すなわち、短期的な観点からだけでなく、本計画の中長期的な観点からも実施時期、事業規模が妥当である点を確認される。

(2) 裨益性

電力は国家の自立持続的な社会経済発展に対し必要不可欠なエネルギーであり、特に、政治、経済、社会の中枢を担う首都における確実かつ効率的な電力流通網の確立に資する事業は、インフラ開発の中でも最重要課題の一つである。

ドゥシャンベ中枢部への電力供給力の不足、老朽設備の事故に伴う停電発生や不安定な電圧など供給信頼度・電力品質の低下などの問題は、経済・社会活動、生活水準の向上におけるさまざまな機会便益の損失に繋がっている。

本事業はこれら問題に対する根本的な解決策であり、首都機能の維持・強化に貢献するとともに、海外企業進出のためのインフラ評価に有利となるなどその裨益性は極めて高い。

(3) 運転維持管理能力

タジキスタン電力公社は多数の電力設備の運転維持管理を行ってきており、運転維持管理能力の妥当性は高いと判断される。

本事業においては、保護リレーと配電用開閉設備はタジキスタンで採用実績の少ない型式となるが、これまでの技術水準を大幅に超えるものではない。

従って、これらの設備の運転維持管理に係る技術については、各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカー専門技術者により、初期操作指導、運用指導を通じて確実に技術移転を行えば、納入機材に対する運転維持管理能力の観点からの問題はない。

また、プロミシレンナヤ変電所の改修工事は、既設設備を運転しながら行う変電所改修工事における、停止範囲の局限化対策、安全対策において日本の豊富な経験を反映した工事工法・手順を前提としていることから、今後ますます必要となる配電用変電所の更新工事を見据えたタジキスタンの技術力向上に資するものである。

(4) 上位計画に資するプロジェクト

本事業に対する最上位計画は、国家開発戦略となるが、そこでは国の経済の更なる発展を通じて得られる人々の幸福のレベルを上げるためにはエネルギー部門の発展が必要不可欠であると述べられており、送変電設備の増強・老朽設備の更新が含まれている。

ドゥシャンベの産業部門と住民に対し安定した電力供給を通じ経済成長の促進と生活水準の向上を目指すことを本事業目標とし、その目標を達成するために既設プロミシレンナヤ変電所を改修・増容量するとともに、新規にラディオスタンツィヤ変電所を建設することは、タジキスタンのエネルギー分野の開発計画に合致しており、上位計画の達成に対し必要不可欠であると判断される。

(5) 我が国の援助方針との整合性

我が国の「対タジキスタン共和国 国別援助方針」において、援助の基本方針（大目標）に「持続的な経済・社会発展が可能な国づくり支援」を掲げ、特に貧困層の多い地方の開発と経済インフラの整備を中心とした持続可能な発展に向けた同国の取組を支援することがある。

重点分野（中目標）としては、「経済インフラ整備」を掲げ、その一部に不安定な電力供給の改善を目的とした電力分野の支援を実施することがある。

本事業はこの不安定な電力供給の改善を目的とした電力分野の支援であり、世界的な電力供給信頼度を誇る我が国の、高い品質レベルの機材調達とそれらを組み合わせたシステム設計技術による支援は、我が国に優位性のあるハード・ソフト面での技術力支援を行う観点から、また重要インフラである電力設備形成のあり方に関する支援という面からも、無償資金協力事業としての妥当性が高いと判断される。

4-4-2 有効性

4-4-2-1 定量的効果

(1) 逸失電力量の削減

本事業によりプロミシレンナヤ変電所の改修・増容量、ラディオスタンツィヤ変電所新設を行うことで、増加する送電可能電力量と過負荷停電による逸失電力量の削減が期待される。その効果量を表 4-1 に示す。

表 4-1 定量的効果

指標	基準 (2016)	目標 (2020)
プロミシレンナヤ変電所改修により 増加する送電可能電力量 (MWh/年) (変圧器設備容量の増加)	332,880 (25MVA×2 台)	520,125 (40MVA×2 台)
ラディオスタンツィヤ変電所新設により 増加する送電可能電力量 (MWh/年) (変圧器設備容量の増加)	--	432,744 (40MVA×2 台)
過負荷停電による逸失電力量 (MWh)	4,081	0

(2) 温室効果ガス排出削減

新設するラディオスタンツィヤ変電所は、テクスティルマッシュ変電所、ウクダート変電所、セントラルナヤ変電所、カラモバ変電所などの老朽化した既存の変電所の負荷の30%程度を肩代わりするため、ラディオスタンツィヤ変電所の変電効率が向上することにより、肩代わりする電力量 (MWh/年) の変電ロスが改善される。

変電所の変電効率が既存老朽変電所と比較して1%向上すると想定し、変電ロス改善に伴うCO₂排出削減量を求めた。

排出係数については、ドゥシャンベ内に設置されている2つの火力発電所 TPP-1 (198MW)、TTP-2 Phase I (100MW) の内、排出係数の高い火力発電所 TPP-1 (198MW) の発電する量が変電ロス改善に伴い回避される損失電力量はCO₂排出削減量による2,037 ton-CO₂に相当する。詳細は表 4-2 に示す。

表 4-2 ラディオスタンツィヤ変電所新設による CO₂排出量削減

	変電効率向上に伴う改善効果
変圧器 (MVA)	40
想定力率	0.95
有効電力(MW)	38
年間平均負荷率(%)	60
年間供給電力量(MWh)	178,704
負荷損 at 40MVA (MW)	0.219
負荷損 at 力率 0.95 (MW)	0.1976475
無負荷損 (MW)	0.0205
変圧器効率 (%)	99.43
電力損失改善率(%)	1
回避損失電力量 (MWh/年)	1,787
排出係数 (ton-CO ₂ /MWh)	1.14
CO ₂ 排出削減量 (ton-CO ₂)	2,037

4-4-2-1 定性的効果 (プロジェクト全体)

本事業による定性的効果を表 4-3 に示す。

表 4-3 本事業による定性的効果

現状と課題	プロジェクトの効果
(1)電力品質が悪い 電圧制御が自動化されていないため、電圧の変動幅が大きい。そのため、電気用品の寿命低下をきたしている。また、小規模太陽光発電の系統連係がうまくいかず、小規模太陽光発電の停止が多頻度発生している。	変圧器のタップ制御を自動制御できる機能を付加することにより、電圧がきめ細かく調整できるため、電圧変動幅が小さくなる。
(2)過負荷による停電が年間 200 回程度発生している。 これにより、暖房の停止やエレベーターの停止などが発生し、日常生活に支障をきたしている。また、工場の停電による生産性の低下や電気使用機器の寿命が低下をきたしている。	過負荷による停電はなくなる。これに伴って、日常生活・治安の改善や工場の生産性の増大に寄与する。
(3)SCADA (集中監視制御システム) がない。 電力の安定供給のための基礎データがほとんど取れていない。	新しい国際標準のデジタル保護リレーを適用するので、変電所の運転制御データが簡単に集約でき、SCADA の構築が容易となる。
(4)老朽化による点検回数及び、メンテナンス費用の増大	機器の信頼性が向上するため、6 年に 1 度程度の点検に改善できる。そのためメ

