

ウズベキスタン共和国
ウズベキスタン鉄道公社

ウズベキスタン国

山岳鉄道運営に係る 実施機関能力向上プロジェクト

ファイナルレポート 概要

平成 25 年 9 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本交通技術株式会社

ウズ事
JR
13-001

目次

第1章 プロジェクトの概要

1.1. プロジェクトの背景	1
1.2. プロジェクトの対象	1
1.3. プロジェクトの目標	3
1.4. 業務実施の基本方針	4
1.5. 業務工程	5

第2章 プロジェクトの成果

2.1. 運転計画	7
2.1.1. 対象区間の鉄道の現状把握	7
2.1.2. 現地研修の概要	8
2.1.3. 現地研修の内容	10
2.1.4. 現地研修の成果	11
2.1.5. 本邦研修	13
2.1.6. フォローアップと総括	16
2.2. 軌道整正計画(線形計画)	17
2.2.1. 対象区間の軌道の現状把握	17
2.2.2. 線形改良計画(第一次案)の作成	17
2.2.3. 正確な軌道の現況把握のための測量	17
2.2.4. 測量調査	18
2.2.5. 線形改良計画の作成	19
2.3. 軌道整備計画	26
2.3.1. 対象区間の軌道の現状把握	26
2.3.2. 測量結果の考察	26
2.3.3. UTY による線形改良作業	27
2.3.4. トラックマスターの活用	27
2.3.5. 軌道保守関係規程類の分析	28
2.3.6. 軌道保守に係る現地研修	28
2.3.7. 本邦研修	30
2.3.8. 軌道保守に係る改善提案	33

2.4. 電気機関車整備計画	34
2.4.1. 対象区間の鉄道の現状把握	34
2.4.2. 電化に向けての準備	36
2.4.3. 現業機関の指導者層に対する現地研修	37
2.4.4. UTY 機関車検修体制に対する改善提案	40
2.5. 機材供与手続き支援	42
2.6. プロジェクト実施運営上の工夫、教訓	43
2.6.1. 当初計画から変更した活動内容	43
2.6.2. 投入と成果	46
2.7. 今後の方向性及び提言	50
2.7.1. 運転計画	50
2.7.2. 軌道整正計画(線形計画)	51
2.7.3. 軌道整備計画	51
2.7.4. 電気機関車整備計画	52
2.7.5. 今後の方向性	52
第3章 プロジェクトの実績	
3.1. 活動実施スケジュール	53
3.2. 投入実績	54
3.3. 専門家派遣実績	55
3.4. 会議、セミナー等の実績	57
3.4.1. 第1回合同調整委員会(JCC)	57
3.4.2. 第2回合同調整委員会(JCC)とラップアップ・セミナー	57
3.4.3. 運転計画ラップアップ・セミナーとプロジェクト完了会議	58
【巻末資料】対象区間の軌道の現況写真	60

図・表目次

図 1-1	ウズベキスタン全土とプロジェクト対象地域の位置図	2
図 1-2	対象区間の位置図	3
図 1-3	対象区間の線路縦断面図	3
図 1-4	業務工程(概要)	6
図 2-1	3TE10M 形機関車	7
図 2-2	貨物列車と旅客列車の走行風景	7
図 2-3	測量作業項目と作業フロー	18
図 2-4	半径 300m未満の曲線位置	19
図 2-5	デカナバッド～ボイスン間の縦断勾配(全体延長 100.9km)	20
図 2-6	トラックマスターの外観 (1,067mm ゲージ用)	28
図 2-7	車両関係組織の概要	34
図 3-1	第2回 JCC 及びラップアップ・セミナー	58
図 3-2	プロジェクト完了会議	59
表 2-1	現地研修実績(運転計画)	9
表 2-2	現地研修参加者名簿(運転計画)	9
表 2-3	列車ダイヤモデル	11
表 2-4	現地研修参加者の感想文(抜粋)	13
表 2-5	本邦研修参加者(運転計画)	14
表 2-6	本邦研修実績(運転計画) (1)	15
表 2-7	本邦研修実績(運転計画) (2)	16
表 2-8	現地研修実績(線形計画)	21
表 2-9	線形改良計画の整備水準	22
表 2-10	曲線改良計画案の概要 (1)	24
表 2-11	曲線改良計画案の概要 (2)	25
表 2-12	現地研修参加者(軌道保守)	29
表 2-13	本邦研修参加者(軌道整備計画)	30
表 2-14	本邦研修実績(軌道整備計画) (1)	31
表 2-15	本邦研修実績(軌道整備計画) (2)	32

表 2-16 電気機関車検査周期等	35
表 2-17 山岳区間向け新形式電気機関車の緒元	36
表 2-18 現地研修実績(電気機関車整備計画)	37
表 2-19 研修教材の内容	38
表 2-20 プロジェクトの投入要素	47
表 2-21 日本側の投入	48
表 2-22 ウズベキスタン側の投入	48
表 3-1 活動実施スケジュール (1)	53
表 3-2 活動実施スケジュール (2)	54
表 3-3 専門家の構成	55
表 3-4 専門家要員計画実績表	56
表 3-5 合同調整委員会の構成	57

略 語 表

略 語	説 明
ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
BTC	緩和曲線始点 (Beginning of Transition Curve)
BCC	円曲線始点 (Beginning of Circular Curve)
BIT	中間緩和曲線始点 (Beginning of Intermediate Transition Curve)
BRT	反向緩和曲線始点 (Beginning of Reverse Transition Curve)
CL	曲線長 (Curve Length)
C/P	カウンターパート (Counterpart)
ECC	円曲線終点 (End of Circular Curve)
ETC	緩和曲線終点 (End of Transition Curve)
EIT	中間緩和曲線終点 (End of Intermediate Transition Curve)
ERT	反向緩和曲線終点 (End of Reverse Transition Curve)
F/S	フイージビリティ調査 (Feasibility Study)
IC/R	インセプション・レポート (Inception Report)
JBIC	株式会社国際協力銀行 (Japan Bank of International Cooperation)
JCC	合同調整委員会 (Joint Coordination Committee)
JICA	独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JTC	日本交通技術株式会社 (Japan Transportation Consultants, Inc.)
MOU	Memorandum of Understanding
M/P	マスタープラン (Master Plan)
ODA	政府開発援助 (Official Development Assistance)
PDM	Project Design Matrix
PIU-E	UTY の電化プロジェクト実施ユニット (Project Implementation Unit-Electrification)
RRB	UTY の地域鉄道管理局 (Regional Railway Branch)
TCL	緩和曲線長 (Transition Curve Length)
TOR	業務指示書 (Terms Of Reference)
UTY	ウズベキスタン鉄道公社 (Uzbekistan Temir Yollari : Uzbekistan Railways)

第1章 プロジェクトの概要

1.1. プロジェクトの背景

ウズベキスタン国（以下、「ウ」国）は国境を接する全ての国が内陸国である二重内陸国であることから、高い物流コストが産業振興の上で大きな制約要因となっており、運輸インフラの整備が喫緊の課題である。「ウ」国における鉄道貨物輸送は、陸上貨物輸送の約46%（2011年、トンキロベース：パイプライン輸送を除く）を担い、物流上の重要性が高い。更に、近年の急速な経済成長やアフガニスタン復興支援に伴い、今後も貨物輸送量の増加が見込まれており、鉄道輸送力の増強が課題となっているが、これらの課題に取り組むべく我が国も支援を行っており、これまでに円借款事業として「鉄道旅客輸送力増強事業」（1992年調印）、及び「タシグザール・クムクルガン鉄道新線建設事業」（2004年調印）が実施されてきた。

「タシグザール・クムクルガン鉄道新線建設事業」における対象路線は、延長222km、標高差1,180mの峠越え山岳鉄道であり、地形条件から急勾配・急曲線区間が多く存在するため、軌道整備や運転計画策定に係る技術を向上し、旅客及び貨物輸送需要の増加に対応した輸送力を確保する必要があった。

JICAは2010年4月から8月にかけて「タシグザール・クムクルガン鉄道新線建設事業に係る実施機関能力向上のための専門家派遣業務」を実施し、上記課題解決への方向性確認を行った。その結果、測量を通じた正確な軌道線形情報の入手、適切な運転計画、軌道整正計画、及び機関車整備計画の策定が必要であることが指摘された。他方、2012年2月に我が国政府は新規円借款プロジェクトとして「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」の実施を決め、列車牽引方法をディーゼル動力から電気動力へ変更することによる輸送力増強を図ることとしたため、その開発効果を高めるためにも実施機関の能力向上が急務となっている。

以上の背景から JICA は「山岳鉄道運営に係る実施機関能力向上プロジェクト」の実施を決定し、日本交通技術株式会社にその実施を委託した。

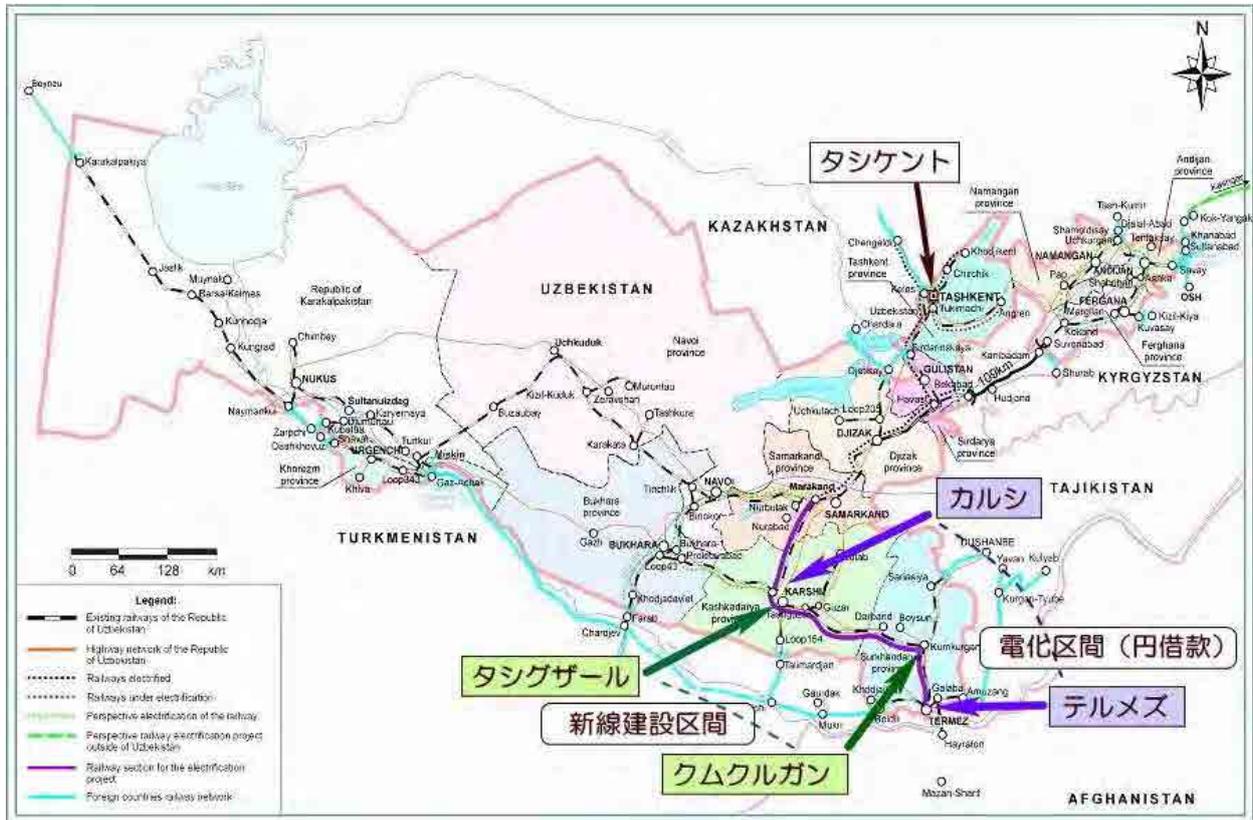
1.2. プロジェクトの対象

「ウ」国の鉄道網は旧ソ連時代に建設されたものであるため、現在の国境を跨ぐルートになっているケースがあり、南東部に位置するカシュカダリア州タシグザールとスルハンダリア州テルメズの間を結ぶ鉄道路線は、隣国のトルクメニスタン領を通過していた。このため国境通過や機関車付替えのために鉄道輸送の障害となっていたことから、「ウ」政府はタシグザールとクムクルガンの間に新線を建設し、自国領内での鉄道網形成を果たした。同事業に対して我が国は円借款により橋梁の建設（5ヶ所）、信号通信システムの設置、レール等軌道材料の調達を支援した（UZB-P8：2004年10月L/A調印）。更に同区間の輸送力を増強するため「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」に対し、円借款による融資を決定し（UZB-P10：2012年2月L/A調印）現在実施中である。

本プロジェクトでは、このうち新線建設事業区間であるタシグザールとクムクルガンの間を対象とする（【図1-1】参照）。「ウ」国内の軌道は旧ソ連時代の規格で1,520mmゲージであり、対象と

なる区間は単線で、現在は非電化である。

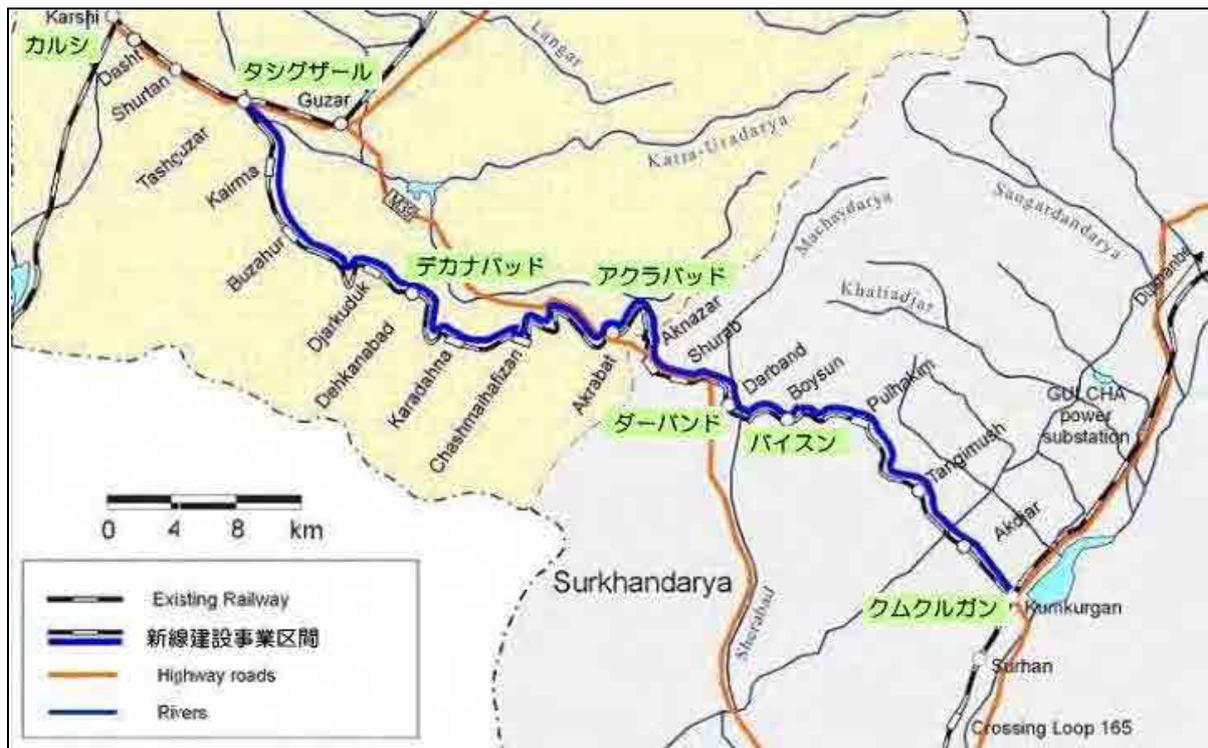
ウズベキスタンの鉄道網は、国内輸送や隣接国とを結ぶ交通機関としてのみでなく、国際物流のリンクを形成している。本プロジェクトの対象となる区間（タシグザール～クムクルガン）は、首都タシケントから南西に隣接国トルクメニスタンへと続く幹線（電化区間）からマラカンドにて東に分岐し、タジキスタンやアフガニスタン国境へと延びる幹線上にある。



(出典：専門家派遣完了報告書)

【図 1-1】 ウズベキスタン全土とプロジェクト対象地域の位置図

カシュカダリア州とスルハンダリア州の間には山脈があり、鉄道ルートはこれを越えるため急勾配と旧曲線が続く山岳路線となっている（【図 1-2】参照）。【図 1-3】に示す線路縦断面図の通り、アクラバット駅をサミットとして、ほぼ全区間が片方向の勾配区間となっており、最大高低差は1,180mに達する。



(出典：専門家派遣完了報告書)

【図 1-2】対象区間の位置図



(出典：専門家派遣完了報告書)

【図 1-3】対象区間の線路縦断面図

この対象区間で使用されている機関車は、1980年代に製造されたソ連製ディーゼル機関車 (TE10M型或いはTE16M) で三重連、或いは四重連の構造となっている。また長大編成の場合は列車の後部に推進用の機関車が連結されることがある。

1.3. プロジェクトの目標

本プロジェクトが実施されることとなった背景には、現状において下記のような課題が認識されていた。

- 山越え区間をトンネル無しで建設したため、急勾配と急曲線が連続する
- 線路の線形・軌道の整備状況が望ましくない状態の区間が多い
- 線路保守作業と運転計画策定作業の基礎情報である軌道諸元データが整理されていない、或いは現場と台帳が一致していない可能性がある
- 車両の故障が多発しているが、これは機関車の性能に応じた運転計画が策定されていないため、車両に過重な負担が課せられている可能性がある
- 現状のまま電化開業しても、適切な車両による適切な運転計画が策定されず、事業効果が十分に発現しない恐れがある

そこで JICA は山岳鉄道を運営する実施機関の能力向上を図るため、技術協力プロジェクトの実施を計画し、UTY との間で 2012 年 3 月 20 日に MOU に署名した。本プロジェクトの実施に係る基本事項はこの中で規定されており、目標と成果は下記の通りである。

(1) プロジェクトの目標

本プロジェクト終了時に達成が期待されるプロジェクト目標は「山岳鉄道の適切な運転計画、軌道整正計画、機関車維持管理計画を策定する UTY の技術力が強化される」とする。

また本プロジェクトの終了後、関連する他の事業の完成等との相乗効果により達成が期待される上位目標は「国際通過貨物の需要に対応できる确实且つ効率的な鉄道輸送ネットワークが整備される」とする。

(2) プロジェクトの成果

本プロジェクトの成果は

- 1) より効果的な運転計画策定のための提案書が作成される。
- 2) より効果的な軌道整正計画策定のための提案書が作成される。
- 3) より効果的な機関車整備計画策定のための提案書が作成される。

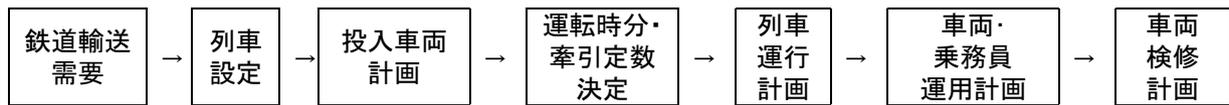
の 3 項目とする。

1.4. 業務実施の基本方針

本プロジェクトは前述の課題を解決するためのアプローチとして、当初の PDM の中では「列車運転計画」「軌道整備計画」「機関車整備計画」の 3 分野で構成されていた。しかしながら、この 3 分野のうち「軌道整備計画」については、日常的に良好な軌道状態を維持する保線作業という概念から、円滑な列車走行を目指して線路の線形を改良する工事まで幅広い概念を含んでいる。両者には共通点もあるが、別の専門知識を備えた業務従事者（専門家）を配置することとしたため、基本的に 4 分野のアプローチとして活動を行うこととした。

(1) 運転計画策定

一般的に鉄道輸送における広義の運転計画は以下の一連の流れに沿って実施される。



山岳路線では、勾配や曲線等の線路の状態が走行車両の性能に与える影響が強く、上記一連の作業の中では投入車両計画と運転時分・牽引定数決定作業（運転曲線を基に基準運転時分や牽引トン数等を決める）に特に技術が必要となる。こうした効果的な運転計画を策定する能力の向上を図り、システムとしての鉄道の能力を最大限発揮する状態の持続性を確保する。

(2) 軌道整正計画（線形計画）策定

円滑で安全な列車走行を目指して線路の線形（平面線形及び縦断勾配）を改良する工事を計画し実施する分野である。線路の両側が平坦な地形で路盤の幅に余裕がある場合は、保線機械を使用して軌道を左右に移動するだけで改良できる場合もあるが、一般的には切り取りや盛土で路盤自体を造成しなければならない土木工事を伴うため、施工のための予算が必要となる。本プロジェクトは線形計画策定能力の向上を図るものであるため、線形改良工事の実施まではスコープに含まない。

(3) 軌道整備計画

日常的に良好な軌道状態を維持する保線作業の概念であり、現有機材類を使用した保線作業計画策定及び実施能力の向上を図るものである。本プロジェクトと並行して、JICAはUTYに対して軌道整備分野でプロジェクトに関連する機材を供与する計画があり、本プロジェクトの業務内容には専門家による調達手続き支援が含まれていた。

(4) 電気機関車整備計画

対象区間の電化開業時には、車両検修基地や工場において、新たに電気車両の維持管理（検修）作業を実施する体制の整備が必要となる。車両基地や工場において電気機関車の保守・整備に必要な機材の整備は、円借款及びADBによる鉄道電化事業のスコープに含まれているが、その内容が決定される時期と、本プロジェクトによる専門家の活動時期の前後関係が予測できなかったため、本プロジェクトでは既存の施設・機材を前提とした作業能率の改善や作業員の能力向上を目標とした。

1.5. 業務工程

本プロジェクトは2012年5月まで国内にて準備作業を行い、6月から現地作業を開始した。2013年5月までをフェーズ1として活動し、6月からのフェーズ2は2013年8月5日のプロジェクト完了会議を以て現地作業を終了した。業務工程の概要を【図1-4】に示す。

フェーズ1の開始とともに、運転計画、線形計画、軌道整備の分野でUTYの現状を把握するため、調査と情報収集を行った。2010年にJICAが実施した専門家派遣業務の際に、軌道の線形を表すTrack Profileのデータが必ずしも現地の軌道の状況に一致していない可能性が指摘されていたため、本プロジェクトでは現地再委託契約によって、軌道の線形を再確認するための測量の実施をスコープに盛り込んでいた。測量分野の専門家は、委託先となる測量業者の技術力を見極めるとともに、契約の技術的内容を検討するため、この時期から現地作業を開始した。

測量作業は契約までに予定より時間を要したが 8 月に着手し、測量専門家がその実施監理を行うため現地作業を行った。当初の予定では 11 月までに測量作業とこれに基づく Track Profile の作成が完了し、これが表わす軌道の現状をもとに各専門家が次の作業を行う予定であった。しかしながら委託先の技術力を勘案すると、期待される成果物が作成できるか否か不安な面があったため、線形計画分野の専門家が 11～12 月の現地作業時に成果物作成に係る品質管理指導を行った。測量作業は予定より大幅に遅れ、完了が 2013 年 3 月末となった。従って成果物である対象区間の軌道現況データをもとにした線形計画及び軌道整備分野の専門家の現地作業は、延期せざるを得なかった。この時点での計画変更の経緯については第 3 章で詳述する。

	2012年							2013年							
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
	フェーズ1											フェーズ2			
運転計画	現状把握			現地研修							本邦研修 フォローアップ				
測量	契約準備		現地再委託契約					監督							
線形計画	現状把握		測量作業の 品質管理				現地研修								
軌道整備	現状把握		現状把握				現地研修				本邦研修				
機関車整備						現状把握		現地研修							

【図 1-4】業務工程（概要）

運転計画分野では、2013 年 1 月後半から 5 月上旬まで、UTY の関係部署の C/P を対象とした現地研修を実施し、フェーズ 2 期間の 6 月には本邦研修を実施した。更に研修員帰国後のフォローアップを行って 8 月初めに現地作業を完了した。

他方、線形計画と軌道整備分野は、2013 年 3 月から 5 月末までの 3 カ月間、C/P を対象とした現地研修を実施し、フェーズ 1 の終了を以て現地作業を完了した。当初計画では運転計画分野で 10 名の本邦研修を予定していたが、2012 年の段階で軌道整備分野での本邦研修の必要性が認識されたため、JICA 及び実施機関である UTY とも協議の上、10 名のうち 3 名を軌道整備分野に振り替えて本邦研修を実施した。

機関車整備分野については、2012 年 11 月末に現状把握のための現地作業を行い、2013 年 4 月後半から 1 ヶ月半の間で現地研修を実施した。

当初計画では 2013 年 4 月末までをフェーズ 1、7 月上旬までにフェーズ 2 の現地作業を終えて、契約履行期限を 8 月 15 日としていたが、測量作業の遅れに起因するスケジュール変更によりフェーズ 1 の完了を 5 月末、契約履行期限を 9 月末に変更した。詳細な工程は第 3 章 3-1 に記述する。

第2章 プロジェクトの成果

2.1. 運転計画

2.1.1. 対象区間の鉄道の現状把握

(1) 現在の運転状況の把握

- a) 牽引トン数：区間別の牽引定数表によれば3TE10M型機関車で2,200トンである。調査の結果、各列車別の実績値も2,100トンで、牽引定数表との整合性は取れている。



【図 2-1】 3TE10M 形機関車

- b) 列車編成：輸送統計センター及び現場の主要駅における列車の組成記録では、連結両数は30～35両程度であった。



【図 2-2】 貨物列車と旅客列車の走行風景

- c) 運転パターン：ウズベキスタンの鉄道では、貨物列車の列車計画は荷主の輸送依頼を受け策定される。駅からの要請を受けた運転指令が列車の運行計画を作成し、関係の駅、機関区に指示伝達すると、各現場は機関車と乗務員を手配するなど運転を準備する。調査の結果、1日あたりの列車本数は14本程度であり、列車ダイヤのモデルパターンをほぼ使い切る程度の輸送需要があることが確認できた。

d) 運転記録からの列車遅延等：運転指令センターに保管されている列車運転記録ダイヤを見た限りでは列車に大幅な遅延は認められなかった。機関車に搭載されている速度記録チャートを解析した結果、実際の区間運転時分と計画ダイヤのモデルパターンの運転時分との間には大きな相違は認められなかった。しかし、記録チャートの機関車走行状態を見ると、上り勾配区間では長時間に亘って 20km/h 前後の低速で走行している形跡が認められた。ロシア（旧ソ連）の列車運転理論解説書によれば UTY の代表的機関車 3TE10M 型機関車の連続定格速度は 23.4km/h であり、調査時点ではすでに定格速度の限界で運転していることになり、主電動機や主発電機の発熱を生じるおそれと考えられる。

(2) 線路・運転設備データの運転時分査定ソフトウェアへの入力

現状の輸送計画を把握・整理するために運転計画モデルを作成する必要があるが、そのためには運転曲線図を作成する必要がある。しかし、関係者のインタビューから UTY ではロシア製運転時分査定ソフトウェア“Ter Vsm”が活用されていないことが確認されたので、基準運転曲線図は専門家側で作成することとした。電化後に導入される電気機関車の出力を想定し、機関車引張力を計算し、日本製運転曲線作成用簡易ソフトウェアを使用した。

(3) 新線の現在の線路施設の現況

UTY から入手した既存の Track Profile では、新線区間の勾配は基本的にはキロ程 100m 毎の標高差から勾配を割り出しているが、これによると 30% を超える箇所が多く見受けられた。また 100m 毎の勾配変化量が極端に大きい箇所も多々あり、実際の縦断曲線が Track Profile に近い状態であるとすれば、電化後はこれら軌道から架線までの距離拡大や列車動揺によるパンタグラフの離線事故、或いは連結器に圧縮力が働いて座屈による脱線事故発生への恐れが考えられる。

2.1.2. 現地研修の概要

2013 年 1 月中旬より運転計画専門家が現地作業を開始し、UTY の C/P である運転計画担当技術者及び機関車担当技術者に対して現地研修を実施した。研修の対象者は UTY 本社のみでなく、カルシ及びテルメズの RRB 関係者も含むこととし、それぞれから 10 名が指名されることとなった。

現地研修の内容と時間数は当初、タシケントにおいては「輸送計画概論」に 3 日間で計 12 時間、「速度定数、車両運用、乗務員運用、運転設備」に 6 日間で計 24 時間、「運転曲線、列車ダイヤ、運用計画他」に 6 日間で 24 時間の計画とした。カルシとテルメズにおいては専門家が出張して実施するため、総時間数は同じであるが 3 グループの内容をそれぞれ連続して実施することとした。

実際にカルシ及びテルメズにおいて研修を実施したところ、参加者の中には遠隔地の現場から長時間かけて参加しなければならない職員も多く、時間的及び経済的負担が大きいと、それを軽減するために研修内容で既に周知の基礎的な科目を省略する等して日程を 1 日ずつ短縮した。その結果、現地研修の実施実績は【表 2-1】の通りとなった。

【表 2-1】現地研修実績（運転計画）

研修内容	日程（実際）	時間数
タシケント		(53)
輸送計画概論	2/4, 6, 8	12
速度定数、車両運用、乗務員運用、運転設備	2/18, 20, 22, 27, 3/1	20
運転曲線作成、列車ダイヤ作成、運用計画作成	3/25, 27, 29, 4/1, 3, 5	21
カルシ		(48)
輸送計画概論	2/11, 12	12
速度定数、車両運用、乗務員運用、運転設備	3/4, 5, 6, 7	18
列車ダイヤ検討、運用計画作成、構内作業検討	4/8, 9, 10	18
テルメズ		(44)
輸送計画概論	2/14, 15	14
速度定数、車両運用、乗務員運用、運転設備	3/18-20	15
列車ダイヤ検討及び評価、構内作業ダイヤ作成	4/22-24	15

各地区の対象者で参加日数が多かった研修員の氏名、所属、職名及び担当業務は【表 2-2】の通りである。

【表 2-2】現地研修参加者名簿（運転計画）

	氏名	所属	職名	業務
タシケント	Muhamedov Rustam	開発戦略部・総合指令所	部長・指令所長	
	Sagdullaev Bekzod	総合指令所	列車指令員	列車運行の指令業務
	Gaipnazarov Haitbai			
	Matyakuboc Shuhrat			
	Zainutdinov Nosir	機関車部検修課	技師	機関車検修計画
	Nabijanov Alisher	総合指令所	列車計画技師	列車ダイヤ作成
	Berdikulov Uchkun			
	Hanzaev Farruh	機関車部	副部長	
	Abduramanov Azam	タシケントRRB輸送部	貨物課副課長	貨物輸送計画
Muhamedaliev Surat	PIU電化プロジェクト	機関車担当技師	機関車計画、研修担当者	
カルシ	Mizaev Mansur	カルシRRB輸送部	貨物課副課長	貨物輸送計画
	Berdiev Akmal	ブザフル駅	駅長	輸送管理
	Islomov Bahrom	カルシ機関区	指導機関士	機関士への技術指導
	Yakubov Akbar			
	Musaev Hamza			
	Kamolov Kamol	副機関士	機関車の運転補助	
	Radjabov Muzaffar	チャシマイハフィザン駅	駅助役	列車運行管理
	Ziyatov Saidulla	カラダナ駅	駅長	
	Samadov Askar	ディカナバッド駅	副駅長	
	Ziyamov Tulkin	カルシRRB総務部	調達課長	カルシ地区の資機材調達管理
テルメズ	Hudoiberdiev Davron	ダルバンド駅	駅長	
	Hujamov Abdukodir	タンギムシュ駅	駅長	
	Nusratullaev Husnuddin	テルメズRRB輸送部	輸送指導係	管内駅員の指導
	Aliev Farhod	テルメズRRB輸送部	輸送課副課長	貨物輸送計画

各開催地とも、第1回の初日は10名を超える参加者があったが、カルシとテルメズにおいては研修内容が業務内容とかけ離れていることが判って参加を取りやめる者もいたため、第3回の初日はカルシ6名、テルメズ4名の参加となった。

参加者の所属先は、タシケントグループは総合指令所、機関車部、タシケント RRB（地方鉄道管理局）輸送部、カルシグループはカルシ RRB 輸送部、カルシ機関区、ブザフル・デカナバッド等の駅長・副駅長、またテルメズグループはテルメズ RRB 輸送部、ダルバンド等の駅長であった。

現地研修を通して出席率50%以上の人数は、タシケント10名、カルシ7名、テルメズ4名であったが、この内7名を選抜して2013年6月に実施する本邦研修の候補者とした。

また各研修の最終日には、各参加者から感想文を提出させた。

2.1.3. 現地研修の内容

現地研修は、輸送計画概論を基礎知識として習得させるべく開始したが、研修参加者の多くは鉄道大学及び鉄道カレッジの卒業生で技術レベルが高く、おさらいをする程度で十分だった。

次の段階として、運転計画策定手法の流れに沿って下記の各項目につき参加者が実習する形態で現地研修を進めた。

(1) 電化輸送計画策定

対象路線の電化により増加が見込まれる輸送需要に的確に対応するため、まず輸送量等を検討する必要がある。「マラカンド・カルシ電化事業 F/S 報告書（2010年10月）」のデータから、2017年時点の需要予測値1200万トン／年を貨物（輸送品目）輸送量として想定した。さらに貨物列車1列車当たりの牽引トン数を2200トンに設定して、運転計画を策定した。

(2) 車両計画策定

具体的な運転計画策定の前提条件である使用機関車の性能を分析し、その路線に適合した車両の運用計画及び検修計画を策定する。本プロジェクト対象区間の電化運転時に使用する新形式機関車は、UTYが既に中国のメーカーに発注しているが、その性能の詳細が不明なため、同等の出力を持つと想定される日本のEF500型機関車の性能曲線を参考に、UTY機関車部の機関車担当技術者が引張力及び勾配別牽引力を計算し、荷重曲線を作成した。また、策定した車両計画の妥当性をチェックするため、日本製簡易ソフトウェアを使った運転シミュレーションによる分析を行った。

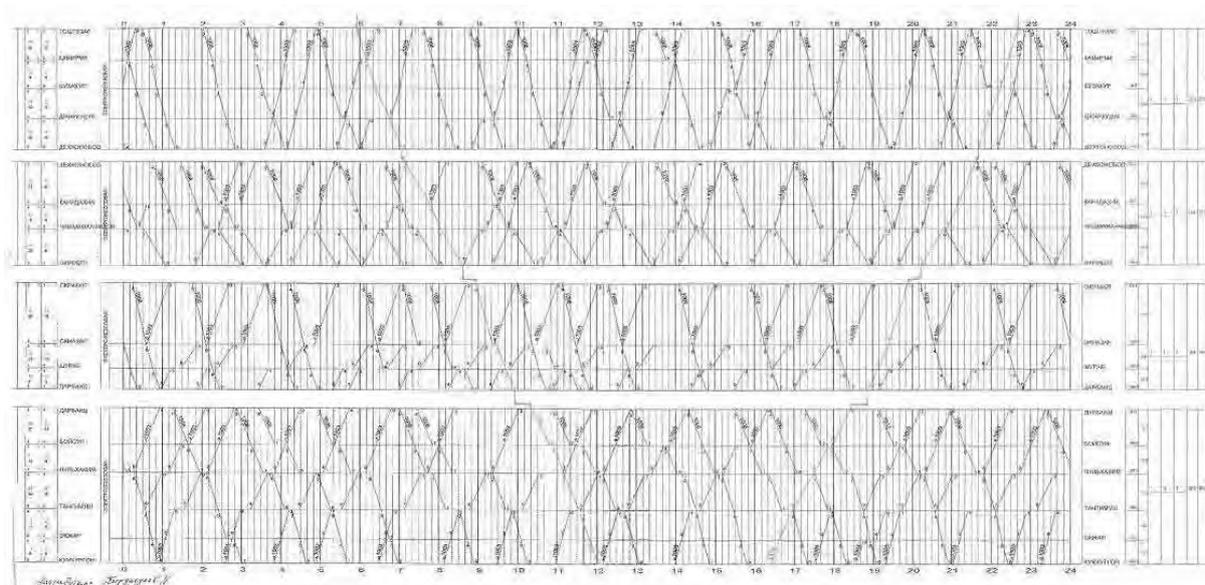
分析の結果、いずれもUTYが求めている条件の3200トン牽引の均衡速度53km/h（上り勾配18%、機関車2両）をクリアしていることが確認できたため、運転曲線図作成ソフトに入力する機関車の性能データはC/Pが計算したデータを使用することとした。

(3) 列車計画・運転設備策定

列車計画・運転設備計画は、様々な運転条件を与えて作成された運転曲線と密接な関係にあり、その運転曲線作成は手作業では相当の作業量になるため、運転曲線作成ソフトウェアの活用が必要となる。ここでは下記の作業を実施し、列車計画及び運転設備計画を策定した。

- 1) 機関車のノッチ曲線、特性曲線等の性能関係情報を収集・整理して UTY の C/P（機関車担当）に与え、運転曲線作成ソフトウェアに入力する数値データを計算させた。
- 2) 計算した数値データをソフトウェアに入力し、荷重曲線、引張力曲線等の機関車性能曲線を作成した。
- 3) 投入予定の電気機関車の牽引トン数及び均衡速度を荷重曲線から査定し、牽引定数を 3200 トンに設定した。
- 4) 運転曲線作成ソフトウェアを活用してタシグザール〜クムクルガン間における電気機関車による 3200 トン牽引の運転曲線図を作成した。
- 5) 作成した各運転曲線図から牽引定数表及び基準運転時分表を作成した。
- 6) 基準運転時分を基に UTY が使用している列車ダイヤ作成システムを使用して、同区間の列車ダイヤを作成した（【表 2-3】参照）。
- 7) 上記列車ダイヤを基に、カルシ地区の C/P によって機関車運用ダイヤが作成された。
- 8) 本来であれば、上記の結果を参考に車両基地、停車場、信号システム等の運転設備の見直しを行うのが運転計画策定の手順であるが、これは円借款による電化プロジェクトで現在行っている作業と重複する部分があり、現場の混乱を避けるため線路容量の査定に切替え、線路容量比較表を作成させた。テルメズ地区の C/P に、タシケント地区の C/P が作成した列車ダイヤの実用性を評価させた。
- 9) テルメズ地区の C/P にダルバンド駅構内作業基本計画を作成させた。駅構内作業基本計画とは、駅構内配線の効率的な運用及び構内作業時間の検討、列車ダイヤの同駅着発時間の妥当性などを検証するために作成するものである。

【表 2-3】 列車ダイヤモデル



2.1.4. 現地研修の成果

2月初旬から4月中旬まで、タシケント、カルシ及びテルメズにおいて、運転計画作成に係る現地研修を実施した。実績値としては【表 2-1】に示す通り、タシケントにおいては 53 時間（最終的に

10人参加)、カルシでは48時間(6人)、テルメズでは44時間(4人)の研修を実施することができた。これは講義のみでなく実際に参加者が作業をし、その結果を評価する形態であったが、実施内容を総括すると以下の通りである。

(1) 実施した作業

- ① タシグザール〜クムクルガン間の線路データを作成し、日本製の運転曲線作成システムに入力した。
- ② 電気機関車の性能を表すデータを作成した。
 - 機関車の性能を予想し引張力を計算した。
 - 計算した引張力をシステムに入力した。
 - 運転曲線作成システムで引張力曲線と荷重曲線を作成した。
 - 引張力曲線のデータを使って荷重曲線を手計算で作成した。
- ③ 日本製運転曲線作成システムを使って、新線で電気機関車を運転した場合の運転曲線と基準運転時分を作成した。
- ④ 列車運転計画を作成した。
 - 新線の年間輸送量を1200万トンと仮定して輸送計画を立て、必要な列車本数、及び貨車数等を計算した。
 - UTYの列車ダイヤ作成コンピュータシステムで、列車ダイヤを作成した。
 - 作成された列車ダイヤを使って区間平均運転時間、平均速度、線路容量を計算した。

(2) 結論

- ① 新線において電気機関車を導入して列車を運転すると、牽引能力及び運転速度が向上することが確認できた。従って、新線の電化の必要性が再確認された。
- ② 急勾配の区間では電気機関車でも速度が落ちるため、縦断線形の改良等が必要である。
- ③ また急曲線の区間については、設計時に計画された線形に近づけるよう線形改良および軌道保守の努力が必要と思われる。

現地研修の参加者には、研修を受講した感想を最終日に書いてもらったが、そのいくつかを抜粋すると【表2-4】の通りである。

【表 2-4】 現地研修参加者の感想文（抜粋）

タシケントでの参加者	
1	研修によって日本の鉄道と鉄道会社について、業務内容、ヤード作業や機関車に関する興味深い情報に接することができ、ウズベキスタンと比較することができた。
2	研修によってタシグザール〜クムクルガン間の機関車牽引力と輸送能力を計算し、列車運転スケジュールを策定した。更に私自身でこの区間で電化後に使用される電気機関車の牽引力を計算し、有益な情報を得ることができた。輸送能力の計算式と計算方法を学んだ。また列車運転スケジュールの作り方と誰がこれを作るかを学んだ。
3	私は日本の鉄道の運営方法を知って驚いた。特にその定時性である。これは他のどの国でもあまり重視されていないことである。これは列車運行の安全性と旅客・貨物輸送の要求を満たすために重要なことである。 私は列車指令員であるが、牽引力、運動の法則、摩擦力、列車抵抗力、ブレーキシステムなどの項目について学ぶことによって、機関士の業務の複雑さを理解することができた。鉄道のある区間の年間輸送量を計算する実習は興味深かった。私は輸送能力を計算する基礎知識を得ることができた。
4	研修によって最新技術によるロジスティックスや列車管理システムについて学び、また輸送計画、運転スケジュール、旅客・貨物輸送計画の策定方法を学んだ。タシグザール〜クムクルガン間の列車運転時分を計算した。我々自身で算定した結果を基に、この区間の列車運転スケジュールを作成したことは大変興味深かった。
5	タシグザール〜クムクルガン間のデータを確認し日本のソフトウェアを使って機関車の牽引力を計算した。また軌道の問題個所を発見し、設計基準に近づけるよう改善するための案を検討した。研修によって多くのことを学んだが、これは私の業務で活かせるものである。
カルシでの参加者	
1	我々の多くの質問にすべて答えてくれた。ほとんどの質疑は現在実施中の電化事業に関するものであった。日本の運転スケジュールと我々のスケジュールの違いを知ることができた。日本ではスピードと効率性を重視していることが分かった。
2	日本では貨物列車にもダイヤが設定されていることが興味深かった。これにより列車運転がより効率的になる。
3	日本の鉄道会社は目的地まで旅客と貨物を時間通りに安全に輸送していることを知り有益だった。このような研修は我々若いスタッフにとって興味深く有益であるため、頻繁に実施されるべきであると考える。
テルメズでの参加者	
1	日本の技術と高品質なサービス、そして旅客と貨物が時間通りに安全に輸送されていることを学んだ。これは非常に印象的だった。
2	このような研修は日本人専門家だけでなく、他の国の専門家を交えて行えば、より広い経験を交換できると思う。

2.1.5. 本邦研修

本プロジェクトの一環として、C/Pを対象に運転計画に係る本邦研修を下記の通り実施した。

(1) 研修目的

【運転計画】 運転計画担当者に対し、列車運転計画及び運用計画の概要と手順を習得させる。具体的には運転理論、車両運用、乗務員運用、電気機関車保守等に関する規程を含む。

【現場視察】 貨物ターミナル、車両基地、輸送指令等

(2) 研修対象者

当初の計画では本研修の参加者はUTY 運転計画に関連するC/Pのうち10名を予定していた。しか

しながら、軌道整備分野の現状を把握しプロジェクトの方向性を検討した結果、同分野においても日本の現状視察を含めた本邦研修を実施する必要性が認識され、2012年12月以降、PIU-E側の意向を確認し、JICAウズベキスタン事務所とも協議の上で、研修員枠3名を軌道整備分野の研修に振替え、運転計画は7名受入れることとした（【表2-5】参照）。

研修候補者の選考については、現地研修の参加者の中から専門家が選んでUTYに推薦することをPIU-E側と合意しており、2013年3月29日付のレターで下記7名を推薦した。

【表2-5】本邦研修参加者（運転計画）

No.	氏名	所属	役職
1	Muhamedov Rustam	開発戦略部・総合指令所	部長・指令所長
2	Sagdullaev Bekzod	総合指令所	列車指令員
3	Zainutdinov Nosir	機関車部検修課	技師
4	Berdikulov Uchkun	総合指令所	列車計画技師
5	Muhamedaliev Surat	PIU電化プロジェクト	機関車担当技師
6	Mizaev Mansur	総合指令所（カルシ RRB 輸送部）	次長（貨物課副課長）
7	Aliev Farhod	テルメズ RRB 輸送課	輸送課副課長

(3) 研修実施施設

- ① JICA 東京国際センターが主管となり、セミナールームと宿泊施設を使用した。
- ② 現場視察の対象としては日本貨物鉄道株式会社（以下 JR 貨物）の施設を中心に手配した。

(4) 研修実績

研修は2013年6月13日（水）から20日（木）の日程で実施した。研修の内容は【表2-6】及び【表2-7】の通りである。

【表 2-6】本邦研修実績（運転計画）（1）

日	時間	場所、講師	テーマと概要
6/13 (木)	9:30	JICA TIC	JICA ブリーフィング
	13:30 ～ 15:00	国土交通省鉄道局 会議室 国土交通省鉄道局 鉄道事業課 JR 担当室 貨物企画係 織田裕次係長	日本における鉄道の概況と特徴（貨物鉄道の運営組織、施設） 日本の鉄道貨物輸送の現状を、J R 貨物を例に、輸送形態（コンテナ、車扱い）の変遷、モード別のシェア、コンテナ及び車扱い別の輸送品目、J R 貨物、臨海貨物鉄道、民間貨物鉄道の組織、路線、貨物輸送の今後などについて説明があった。
6/14 (金)	9:30 ～ 12:00	JICA TIC 日本交通技術㈱ 国際部 三浦調査役	日本の鉄道の特徴 日本の鉄道は旅客輸送が主体であること、電化率が高いこと、他社間で相互乗入れが行われていること、列車運行計画はダイヤによって管理され、国に届出することが義務付けられていること等ウズベキスタンの現状と比較しながら説明した。
	13:30 ～ 15:00	JICA TIC JR 貨物ロジスティクス本部 車両検修部 上西康裕グループリーダー	日本の貨物鉄道の運行計画－車両検修計画 予防保全と事後保全、J R 貨物の車両の標準耐用年数、検査の定義と種類、保全組織、J R 貨物の車両工場の配置と担当車種、車両基地計画、保有車両数と車種及び車種修繕費、検査日数と要員数などについて説明があった。
6/17 (月)	9:30 ～ 11:30	新鶴見機関区 伊藤国夫区長 他機関区管理職	電気機関車検修施設の概況説明、現場見学 新鶴見機関区の沿革と現況。配置機関車の運用範囲、乗務員の担当線区に関する説明の後、機関区構内の検修設備と作業状況の視察。乗務員の点呼風景も視察。
	14:00 ～ 16:00	東京貨物ターミナル、 JR 貨物中央研修センター 片柳博實東京(外)駅長、 田邊中央研修センター主任講師	コンテナ貨物ターミナルの施設概況説明、現場見学 東京貨物ターミナル駅にて、コンテナ荷役施設と列車組成等について概況説明と視察。 中央研修センターを見学し、機関車運転シミュレーターを体験した。
		 <p style="text-align: center;">新鶴見機関区</p>	
		 <p style="text-align: center;">東京貨物ターミナル駅</p>	

【表 2-7】本邦研修実績（運転計画）（2）

日	時間	場所、講師	テーマと概要
6/18 (火)	9:30 ～ 12:00	JR 貨物大宮車両所 菅野崇車両所長	J R 貨物の車両工場概要説明と視察 大宮車両所の沿革、担当業務、J R 貨物の車両配置と担当区 間等の説明。車両所構内施設と作業状況の視察。
	14:30 ～ 16:00	JICA TIC JR 貨物ロジスティクス本部 運輸部運用G 新居優 G リーダー	日本の貨物鉄道の運行計画－車両・乗務員運用計画 JR 貨物の車両基地及び乗務員基地の配置と担当区間、線区の 状況と使用車種との関係。乗務員の乗務キロ、機関車の走行 キロなどについて説明した。
6/19 (水)	9:30 ～ 10:30	JICA TIC JR 貨物ロジスティクス本部 運輸部指導G 川上浩司グループリーダー	日本の貨物鉄道の運行計画－運転理論概論 列車運行計画の基礎情報である基準運転時分と牽引定数と列 車運転理論との関係について説明。研修生から運転曲線作成 ソフトは鉄道事業者が同一ソフトを共用しているのか、ソフ トはウズベキスタンでも使用できるかとの質問があった。
	以降	JICA TIC	研修報告会準備
6/20 (木)	9:30 ～ 11:30	JICA TIC JICA 経済基盤開発・ 環境課 須原靖博氏 JTC 国際部 岡本部 長、三浦調査役、 CDN 小島敬子氏	研修報告会 研修員がパワーポイントにより作成した資料を投影し、まず ウズベキスタンの鉄道の現状を報告（紹介ビデオを含む）、 その後今回の研修実績を、写真を交えて報告した。 その後、参加者と質疑応答を行った。

2.1.6. フォローアップと総括

2013年7月に運転計画の専門家が現地にてフォローアップを行った。対象区間に導入される予定の新型電気機関車の性能が判明していれば、これを使って運転計画手法の最新化を行うことができたが、この時点では未だ情報が入手できず、現地研修に本邦研修で得た知識を加味して再確認を行う程度となった。

本プロジェクトの運転計画分野の実績と成果を総括するため、ラップアップ・セミナーを開催し、他の分野の UTY 関係者にも成果を共有することとした。専門家と C/P とで発表内容を協議し作成した。ラップアップ・セミナーは、2013年8月5日（月）14時30分から開催された。UTY 側は本プロジェクト責任者のジャラロフ PIU-E 部長以下、運転関係部署のみでなく軌道施設関係、機関車運用部やタシケント工場からも含めて24名が参加した。また JICA ウズベキスタン事務所から鹿野所長以下3名が参加した。

C/P 代表からのプレゼンは、2013年2月から4月にかけてウズベキスタン国内で実施した現地研修で受講、或いは実習を行った内容について報告した後、6月の本邦研修の内容についても写真を交えて報告があった。専門家からは2012年6月からの第一次現地作業での情報収集によって把握した UTY の運転関連の現状と、2013年2月から実施した現地研修の内容を、実作業によって C/P が作成した図等を表示しながら報告した。

また、現地研修参加者のうち出席率が一定以上だった C/P25 名に対して専門家名による受講証書が用意され、セミナーの最後に受講者を代表してモハメドフ運転指令長に手渡された。

2.2. 軌道修正計画（線形計画）

2.2.1. 対象区間の軌道の現状把握

本プロジェクトの対象区間の軌道の平面・縦断線形を表す Track Profile は、2010 年の専門家派遣業務の際にも参照していたが、その後 UTY 側で測量作業を実施して最新版に改訂したという情報もあったため、その提供を求めた。2012 年 6 月 28 日に改訂版の Track Profile を入手することができたが、線形に係る基本情報が明示されていなかった。そこで毎月運行されている軌道検測車の記録の提供を求めたところ、最新版である 6 月 25 日の検測時のチャートと照合した。その結果、キロ程のずれ、曲線位置の不整合、検測車の記録の基準線にずれ、直線部で連続してカントがついている箇所がある等の事実が判明し、精度確認が必要となった。

そこで Track Profile と実際の軌道の状況が一致しているかを照合するための現地サンプリング調査を企画し、7 月 6 日にチャシュマイハフィザン～アクラバット間の複合曲線がある地点で、10m 弦の手計測により曲線半径を実測した。その結果、測定点の曲線半径は Track Profile では R=301m、現地の曲線標では R=320m と表示されていたが、実測では R=190～257～138～141～150m の複合曲線となっていることが判明した。この結果から Track Profile が実際の軌道の現況を表していないことが判明し、本プロジェクトで実施中の現地再委託契約による再測量の必要性が認識された。

2.2.2. 線形改良計画（第一次案）の作成

測量の対象とするデカナバッド（Dehkanabad）～ボイスン（Boysun）間で、線形改良を必要とする箇所 17 地点を特定した。これは R=300m 未満の曲線が挿入されているという基準で抽出したものであるが、あくまでも既存の Track Profile を基にした机上の検討であり、より正確な改良計画の提案／作成作業は、測量により現状の線形が判明した後の作業とした。

2.2.3. 正確な軌道の現況把握のための測量

前述の通り、対象区間の現況線形等が Track Profile や検測車記録に必ずしも合致しなかったため、現地の測量専門業者と再委託契約を交わし、測量作業を実施した。

デカナバッドからボイスンまでの区間を対象に、現況線形を把握するための線路平面・縦・横断面図を作成し線形改良計画を策定するため、トラバース・中心線・平面・縦横断測量を行った。作成される改訂版線路平面・縦断図は、線路保守作業にも使用される。

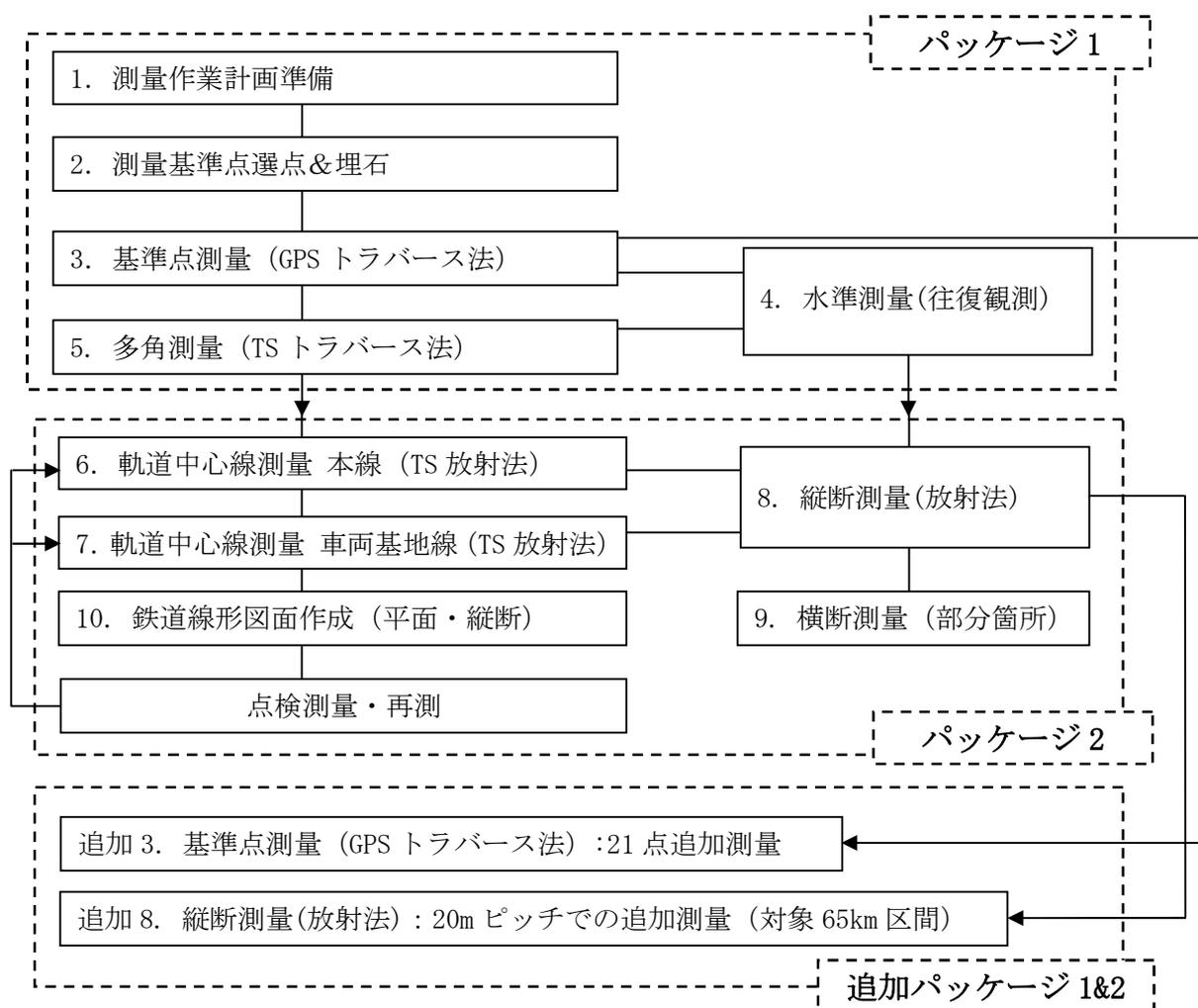
2012 年 6 月の測量分野専門家による現地作業の際に、測量作業の内容を応札候補業者（2 社）へ説明したが、我が方が求める水準の作業の理解に時間を要し、全体を一括契約とすると大幅な工程遅延が予想されたため、至急着手する必要のある「基準点測量（GPS トラバース）」「水準測量」「多角測量（TS トラバース）」までを契約パッケージ 1（PK1）として分割発注することとし、7 月末に Boshtransloyiha 社（以下 B 社）と契約を交わした。

その後一連の後半の作業である「軌道中心線測量」「縦断測量」「鉄道線形断面作成」「横断測量」を PK2 として業者選定を行い、やはり B 社と 9 月下旬に契約した。また、契約時に確保した再

委託契約予算に余裕が生じたため、より正確な縦断線形捕捉のために、縦断測量箇所を一部区間で20m 間隔に追加する作業を追加契約した。

2.2.4. 測量調査

測量調査の実施については、測量分野担当の専門家が監理した。測量場所はデカナバッド (Dehkanabad) ～ボイスン (Boysun) 間約 100km の山岳地の本線と、その区間内の 8 駅及び車両基地構内側線とした。測量作業項目と作業フローを【図 2-3】に示す。



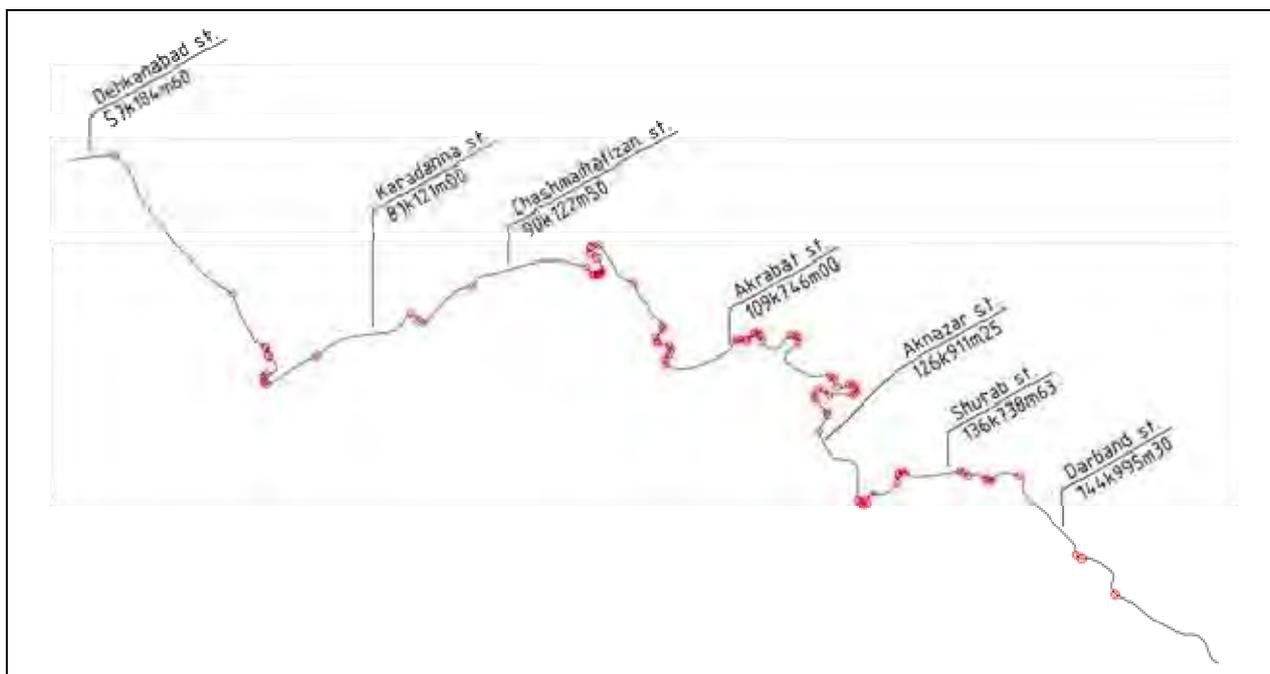
【図 2-3】 測量作業項目と作業フロー

専門家は同社の技師に具体的な作業方法を指導したが、(1) 座標計算を計算機で手計算し鉛筆記入、(2) 曲線要素計算ソフトに「RIXT」(1991 年版ロシア製)を使用しているため非効率、(3) 縦断線形測量は専門家が提案した方法を採用しなかったため誤差が生じ再観測を実施せざるを得ない等々、B 社が非効率的な作業実施を主張したために大幅に作業が遅延し、測量作業の完了が 2013 年 3 月末となった。但し、そのうち本線の平面・縦断曲線を表す Track Profile は 2 月中に完成した。

2.2.5. 線形改良計画の作成

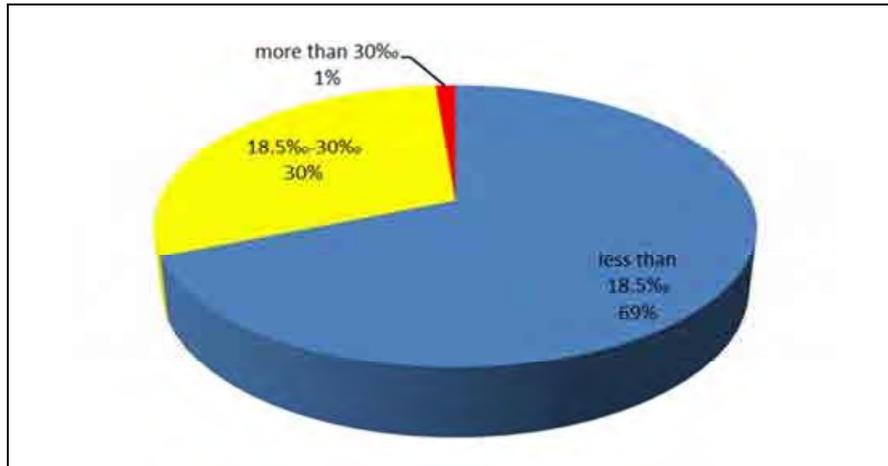
(1) 現地測量結果からみた新線の状況

今回測量を実施したデカナバッド～ボイスン間（延長約 100.9 km）は区間の約 48%が曲線区間となっており、区間の特徴として交角が大きい“ヘアピンカーブ状”の曲線が多いこと、またその曲線は複合曲線で構成されていることが挙げられる。曲線半径についてみると、半径 300m未満の曲線は 89 箇所あり、その中で半径 200m未満のものは 10 箇所、最も小さい曲線は R=145mであった。これら半径 300m未満の曲線は“ヘアピンカーブ”区間に集中しており、複合曲線の一部区間に多くみられる。このような曲線は延長が 100m未満のものがほとんどである。測量対象区間における半径 300m未満の曲線の位置を【図 2-4】に示す。



【図 2-4】半径 300m未満の曲線位置

一方、縦断勾配についてみると、区間全体の約 69%の区間では建設時の設計基準である 18.5‰以下であるが、残りの 31%の区間は 18.5‰以上であり、うち 30‰を超える区間が全体の約 1%を占める（【図 2-5】参照）。このような急勾配箇所は、いずれもその区間長が 20～50mと短く、ごく一部の区間である。これら急勾配区間は、排水用カルバートを設置した高い盛土区間で多く見られ、路盤の圧密沈下により縦断線形が凹状になったことが原因であると考えられる。



【図 2-5】 デカナバッド～ボイスン間の縦断勾配（全体延長 100.9km）

(2) 軌道修正計画（線形計画）の C/P

プロジェクトで線形改良計画案作成作業に参加する C/P として、4 名の技術者が指名された。うち 2 名は UTY のスタッフ、他の 2 名は 2 社ある Design Institute からの各 1 名であった。

Mr. S. H. Saidmuratov 氏が所属する UTY Track Facility Department は、軌道保守を含めた軌道施設全般を管理する部署で、Saidmuratov 氏は現地から送られてくる軌道検測車データ等から曲線半径、カントといった軌道現状をチェックし、異常値が見つかった場合は軌道修正量を計算、現地に具体的な改良箇所、軌道修正量を指示する業務に携わっている。また現地で軌道修正工事が行われた後、それが指示通りに行われたかのチェックも行う。

Mr. A. P. Bazarov が所属する UTY Capital Construction Directorate は曲線改良工事等、建設工事を行う部署であり、Bazarov 氏は建設現場で施工会社への指示を含めた施工監理業務に携わっている。

Mr. V. G. Bankov が所属する“Toshtemiryolloyiha”は UTY が 100% 出資している Design Institute であり、UTY の一部であると云える。業務内容はその社名が示す通り鉄道に関する設計で、“Boshtransloyiha”とともに UTY が発注する線形計画・設計を実際に行っている会社である。Bankov 氏はその中で CAD を用いた線形業務に携わっている。

Mr. G. G. Tsoy が所属する“Boshtransloyiha”は UTY が 51% 出資する Design Institute である。“Boshtransloyiha”は“Toshtemiryolloyiha”とは異なり、鉄道だけでなく、道路、建築物等の設計も行っておりその業務範囲は多岐に渡っている。Tsoy 氏は現在、Boshtransloyiha 内の Track Department のトップとして指導的立場で業務に当たっている。

(3) 現地研修計画と実績

線形改良計画を策定する現地研修計画は、原則として週 2 回（火、木）の午後 2 時～6 時に講義と実習を兼ねた形で開始した。しかし研修を進める中で、C/P の技術レベルが高いことが分かり、また平面、縦断、横断計画についても日本と同様の方法で作成されていることが確認できたため、当初の計画を【表 2-8】の通りに変更した。

【表 2-8】現地研修実績（線形計画）

研修内容	日程	時間数
1. 線形計画の基本事項、曲線の作図方法	3/14, 19, 26, 29, 4/2	15
2. 線形改良計画の作成		
・整備水準、現況把握、改良箇所の抽出	4/4, 9, 11, 16	10
・平面線形改良計画（概略検討）	4/19, 23	6.5
・線形改良箇所の現地確認	4/25, 26	12
・平面線形改良計画（詳細検討）	4/30, 5/3, 7, 17, 21, 23	15
	合計	58.5

(4) 現地研修の内容

4-1) 線形計画の基本事項、曲線の作図方法

線形改良計画作成に係る技術指導では、線路等級、緩和曲線、勾配と縦曲線、カント、軌道中心間隔等の線形計画の基本事項について、ウズベキスタンと日本の規程を比較し確認することにした。この結果、以下のことが確認できた。

- ウズベキスタンの鉄道工学は、ロシアの鉄道技術をベースとしており、カントや緩和曲線といった線形計画の基本的な考え方は日本と同様のものである。
- 研修の中で C/P から新線建設時の線形設計図面を見せてもらったが、平面計画、縦断計画、横断計画とも全く問題のないものであった。設計図面では、現地に見られるような複合曲線はなく単曲線で設計されている。また縦断計画図も、既存の Track Profile に表されていたような 100mピッチに勾配変更点が設けられたものでなく、日本で行われている縦断計画と同様の方法であった。現在、現場に存在する複合曲線は設計の問題ではなく、当時の施工および線路保守方法の問題であると考えられる。
- 各 C/P とも線形計画に精通しており、技術レベルは高いものであった。

ここまでの研修でウズベキスタンの鉄道技術、各 C/P の技術レベルを確認した結果、これ以降の研修内容を“当該線平面線形の現状認識”と“ウズベキスタンにない中間緩和曲線を用いた平面曲線改良”に重点を置いたものに変更した。

4-2) 線形改良計画の作成（整備水準、現況把握、改良箇所の抽出）

C/P との共同作業で、線形改良計画の整備水準を作成した。作成に当たっては現行の規程と新線建設当時の設計基準を参考にした。【表 2-9】に今回の線形改良計画の整備水準を示す。

【表 2-9】線形改良計画の整備水準

項目	内容	備考
線路等級	II	
設計最高速度	120km/h	
最小曲線半径	300m (250m)	コンクリートマクラギ使用を基本とするが、R=250mとした場合はその区間は木マクラギを使用する。
最急勾配	停車場内：1.5‰ (2.5‰) 停車場外：9‰ (18.5‰)	✓ 18.5‰は機関車重連の場合。 ✓ 曲線部は曲線抵抗による勾配補正を行う(700/R)
縦曲線半径	10000m (5000m)	
施工基面幅	路盤材料(土)：7.0m 路盤材料(石)：6.0m	
レール種別	R65	
道床厚	砂利：25cm 砂：20cm	
道床幅	3.20m	
曲線間の直線長	同方向の場合：50m 異方向の場合：30m	
円曲線長	10m以上	慣例値

上記整備水準を基に、測量平面図、縦断図から線形改良が必要な箇所(R=300m未満、勾配 18.5‰を超える箇所)をC/Pとの共同作業でピックアップした。

改良が必要な箇所は上記(1)「現地測量結果からみた新線の状況」で述べた通りであり、平面曲線 89 箇所、勾配区間約 31kmとなる。ただし縦断勾配の改良箇所は路盤の圧密沈下により軌道が凹状になったものであり、これらについては“縦断線形改良”ではなく“軌道整備”の範疇での整備となるため、以降の線形改良計画は平面線形改良のみを考慮することとした。

4-3) 線形改良計画の作成(平面線形改良計画 <概略検討>)

本プロジェクトで実施した測量結果を用いて以下の方針により、CADを使って平面線形改良計画<概略検討>を作成した。

- 半径 300m未満の曲線を 300m以上に改良する(地形上等の理由により 300m以上とすることができない場合は、やむを得ないものとして半径 250m以上とする)。
- 上記曲線半径の改良と併せて、現地に出来てしまった複合曲線を単曲線に改良する、もしくは複合曲線の数を可能な限り減らす。
- 線形改良計画案は、単曲線で半径を 300m以上にする【理想案】と、改良による線路移動量が少なくなる【現実案】を作成する。その後、現地踏査、横断測量結果、現地写真により【最適案】を選定する。
- 平面線形改良計画<概略検討>では、緩和曲線なしの円曲線のみで改良計画を作成し、大まかに R=300mの曲線が挿入可能か、またその線路移動量の概略値を把握する。

4-4) 線形改良箇所の現地確認

平面線形改良計画<概略検討>で検討した改良箇所の中から、線路移動量が多い箇所、橋梁等の構造物がある箇所など、9箇所の線路状況を2013年4月25～26日にC/Pとともに確認した。

4-5) 平面線形改良計画 <詳細検討>

現地踏査、横断測量結果、現地写真等をもとに、<概略検討>で作成した【理想案】と【現実案】のいずれの案で平面曲線改良計画を作成するか、あるいは曲線改良は困難なのかをC/Pとの共同作業で精査した。その結果、曲線半径300m未満の曲線89箇所のうち6箇所は曲線区間が橋梁上にある、または曲線区間に跨線橋が架かっている等の理由により、曲線改良が困難と判断した。残りの83箇所については半径300m以上（線路移動量が大きくなる等やむを得ない場合は半径250m以上）に改良する計画案を作成した。曲線改良計画案の概要を【表 2-10】及び【表 2-11】に示す。

【表 2-10】 曲線改良計画案の概要 (1)

No	曲線の位置	曲線半径		記事
		現在	改良後	
1	58k427m - 58k503m	243m	—	曲線終点方に橋梁があるため改良不可。
2	68k383m - 68k521m	240m	300m	
3	71k843m - 71k891m	280m	300m	2つの曲線を1つに集約。
4	71k891m - 71k933m	240m		
5	72k300m - 72k375m	250m	300m	2つの曲線を1つに集約。
6	72k389m - 72k461m	270m		
7	73k874m - 73k987m	240m	300m	73k805m から 74k987m まで続く複心曲線。 曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。
8	74k095m - 74k189m	210m		
9	74k307m - 74k331m	165m		
10	74k465m - 74k521m	260m		
11	74k601m - 74k699m	260m		
12	77k721m - 77k813m	270m	300m	
13	83k559m - 83k685m	200m	250m	300m とした場合、線路移動量が大となる。
14	84k175m - 84k230m	240m	300m	隣接する 310m 曲線と合わせ曲線集約。
15	84k338m - 84k495m	275m	—	曲線終点方に橋梁があるため改良不可。
16	87k766m - 87k879m	250m	300m	87k706m から 88k027m まで続く複心曲線。 曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。
17	94k405m - 94k474m	240m	300m	
18	94k949m - 95k059m	230m	300m	2つの曲線を1つに集約。
19	95k059m - 95k097m	290m		
20	95k204m - 95k299m	270m	250m 300m	95k204m から 95k716m まで続く 6 複心曲線を 2 複心曲線に集約。
21	95k299m - 95k336m	225m		
22	95k336m - 95k451m	245m		
23	95k531m - 95k621m	240m		
24	96k225m - 96k277m	240m	300m	
25	96k599m - 96k673m	145m	300.5m	96k599m から 97k589m まで続く 11 複心曲線を曲 線改良に合わせ単曲線化。 曲線起点方に橋梁あり、曲線改良範囲が橋梁にか からないようにするため曲線半径に端数を使用。
26	96k935m - 96k997m	260m		
27	97k020m - 97k082m	160m		
28	97k192m - 97k304m	280m		
29	97k395m - 97k470m	165m		
30	100k255m - 100k340m	260m	300m	
31	103k154m - 103k209m	270m	300m	
32	103k347m - 103k418m	210m	300m	隣接する 400m 曲線、300m 曲線と合わせ曲線集約。
33	103k875m - 104k039m	240m	—	103k950m 付近に跨線橋があり曲線改良不可。
34	104k124m - 104k204m	160m	250m	2つの曲線を1つに集約。
35	104k228m - 104k341m	275m		
36	104k908m - 104k993m	160m	250m	隣接する 300m 曲線と合わせ曲線集約。
37	105k111m - 105k206m	160m	250m	160m、370m、200m の 3 曲線を 1 つの曲線に集 約。
38	105k341m - 105k421m	200m		
39	105k770m - 105k890m	200m	250m	105k900m 付近に跨線橋があり R300m への改良 は困難。
40	106k039m - 106k119m	175m	250m	106k050m、106k150m 付近に跨線橋があり R300m への改良は困難。
41	110k392m - 110k474m	200m	300m	110k232m から 110k670m まで続く 5 複心曲線。 曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。
42	110k575m - 110k670m	260m		
43	110k881m - 110k966m	230m	300m	110k798m から 111k211m まで続く 4 複心曲線。 曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。
44	110k967m - 111k075m	260m		

【表 2-11】 曲線改良計画案の概要 (2)

No	曲線の位置	曲線半径		記事
		現在	改良後	
45	111k474m - 111k567m	240m	295m	111k278m から 112k064m まで続く 8 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。線路移動量が最も小さくなる曲線半径とした。
46	111k567m - 111k663m	260m		
47	111k750m - 111k845m	240m		
48	111k933m - 112k016m	265m		
49	112k256m - 112k338m	250m	300m	
50	114k333m - 114k383m	230m	305m	114k079m から 115k241m まで続く 14 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。線路移動量が最も小さくなる曲線半径とした。
51	114k507m - 114k622m	260m		
52	114k674m - 114k787m	255m		
53	114k979m - 115k090m	210m		
54	118k885m - 118k982m	230m	295m	230m、400m、220m、450m の 4 曲線を 1 つの曲線に集約。
55	119k068m - 119k167m	220m		
56	119k630m - 119k685m	190m	300m	
57	120k266m - 120k365m	290m	300m	120k266m から 121k525m まで続く 11 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。
58	120k473m - 120k565m	270m		
59	120k714m - 120k779m	230m		
60	120k874m - 120k983m	250m		
61	121k082m - 121k167m	245m		
62	121k167m - 121k423m	285m		
63	122k458m - 122k577m	230m	300m	
64	122k917m - 122k988m	260m	351m	122k787m から 123k942m まで続く 12 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。線路移動量が最も小さくなる曲線半径とした。
65	123k256m - 123k366m	250m		
66	123k668m - 123k754m	240m		
67	123k850m - 123k942m	280m		
68	124k755m - 124k821m	250m	300m	
69	124k915m - 125k018m	240m	300m	
70	125k980m - 126k086m	220m	300m	
71	130k790m - 130k900m	240m	300m	130k651m から 131k471m まで続く 8 複心曲線。曲線改良に合わせ 8 複心曲線を 2 複心曲線に集約。
72	130k954m - 131k091m	275m		
73	131k114m - 131k237m	270m		
74	131k354m - 131k471m	225m		
75	133k378m - 133k493m	235m	300m	
76	133k864m - 133k944m	270m	300m	2 つの曲線を 1 つに集約。
77	133k944m - 134k028m	280m		
78	134k124m - 134k275m	275m	—	曲線終点方に橋梁あるため改良不可。
79	134k364m - 134k416m	230m	250m	曲線起点方に橋梁があり R300m への改良は困難。
80	137k406m - 137k471m	270m	350m	137k347m から 137k726m まで続く 5 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。線路移動量が最も小さくなる曲線半径とした。
81	137k626m - 137k653m	250m		
82	137k899m - 138k031m	185m	250m	300m とした場合、線路移動量が大きくなる。
83	138k957m - 139k112m	290m	—	139k100m 付近に跨線橋があり改良不可。
84	139k122m - 139k231m	280m	—	139k100m 付近に跨線橋があり改良不可。
85	139k245m - 139k336m	240m	300m	
86	140k955m - 141k057m	280m	300m	
87	146k325m - 146k473m	285m	335m	146k325m から 146k836m まで続く 5 複心曲線。曲線改良に合わせ複心曲線を単曲線化。線路移動量が最も小さくなる曲線半径とした。
88	146k720m - 146k782m	250m		
89	149k866m - 149k979m	270m	300m	

次にこれらの曲線改良箇所には緩和曲線、中間緩和曲線を挿入する。現在のウズベキスタンの規程には中間緩和曲線がなく、複合曲線は円曲線と円曲線が直接結ばれている。現在の列車速度（約20km/h）では中間緩和曲線の必要性は少ないが、電化により列車速度が向上した場合、中間緩和曲線の意義は大きくなるものと考えられる。そこで中間緩和曲線の挿入法を紹介することにした。中間緩和曲線の描画に必要となる“中間緩和曲線長の算出”は実際にエクセルを使って計算表をC/Pに作成させた後、CADを使用して中間緩和曲線の挿入方法を指導した。

(5) 現地研修のまとめ

本プロジェクトの目的は、「山岳鉄道に対応した運転計画、軌道整正計画、機関車整備計画をUTYが適切に策定するための能力向上」という点にある。今回の研修でUTY（或いはデザイン研究所）は相当な線形計画理論、線形計画技術を有していることを確認した。当該線区の平面線形、縦断線形の問題箇所は、建設時の急速な施工、あるいはその後の軌道保守作業により生じたものと想定され、線形計画、線形設計の段階では全く問題はないと考える。

今後の電化による高速化に当たり、現地の平面線形、縦断線形を設計段階の形に戻す改良工事の実施が望ましいが、それが実現するまでの間は、今回の研修で紹介した“複合曲線への中間緩和曲線の挿入”といった新しい線形技術を導入することもひとつの手法であると考えられる。

2.3. 軌道整備計画

2.3.1. 対象区間の軌道の現状把握

当初計画では、列車運転室または保線作業用モーターカーに添乗して対象区間を走破し、目視とビデオ撮影で現在線形と軌道の現状を把握することとしていたが、UTY側に要求しても添乗の承認が得られず、目視・ビデオ撮影による現在線形把握が実現しなかった。

但し、現地再委託契約による測量作業を監督する測量専門家が、対象となる全区間を踏査し、現場の線形写真を多数撮影したため、これが現状把握の資料となっている。

現場の軌道保守組織、体制を調査した結果は、以下の通りであることがわかった。

- ① アクラバットを境に基点側はカルシのNo. 12 Track Distanceが、終点側はテルメズのNo. 15 Track Distanceが管轄している。
- ② その下に基点側に2人のChief Track Master (CTM)、終点側に3人のCTMが分割管理し、その下にさらに軌道20km程度を管理するTrack Masterがおり、さらに6km程度の保守をする7～8人のTrack Maintenance Gang (TMG)が保守作業に当たっている。軌道検測チャートはTMGの班長（フォアマン）に送られてきており、これを基に軌道異常箇所の整備に当たっている。

2.3.2. 測量結果の考察

2012年8月に着手した軌道現況測量作業は、当初予定より大幅に遅れたが、本線の平面及び縦断図については2013年2月に成果品が提出された。そのTrack Profileと、2013年3月20日に軌道

検測車が対象区間で測定した記録チャートを照合し、軌道整備状態の現状を再確認した。また 2.3.1 で述べたように、測量作業開始前に測量担当の堀内専門家が撮影した写真も当時（2012年7～8月）の現況を表す参考資料となった（【巻末資料】参照）。これらの結果を総合すると、対象区間の軌道の現状として以下のことが指摘できる。

- ▶ すべての平面曲線は単純曲線ではなく、緩急連続した保守のしにくい複合曲線である。
- ▶ 急曲線が多い。
- ▶ 30%を超える急勾配区間がある。（2.2.5で既述の通り延長で約1%）
- ▶ 深い谷を埋めて施工基面を構築した高盛土箇所の圧密沈下と谷側への横移動が見られる。
- ▶ 橋梁橋台背面の圧密沈下が見られる。
- ▶ カントの設定が、急曲線のカントにあわせ単純化されている。
- ▶ 曲線の始末端とカントの始末端が異なる例が多い。

縦断勾配は計画段階では最高 18.5%とされていたが、測量結果により作成された Track Profile では一例として、60mの短区間ではあるが半径 250mの曲線中に 39%の急勾配があり、曲線抵抗を加味すると、実質 42%の勾配が実在している。

2.3.3. UTYによる線形改良作業

UTYの Track facilities Departmentには軌道保守管理部門があり、軌道改良作業を所管しているが、最近対象区間で実施した作業実績を入手した。対象区間のうち、タシグザールからアクラバットまではカルシ RRB 管内の Track Distance #12が管轄し、アクラバットからクムクルガンまではテルメズ RRB の Track Distance #15が管轄しているが、前者の作業実績によれば、2012年10月13日から2013年3月6日までに87箇所の曲線中37箇所の整備を実施している。

この資料の入手後、2013年3月20日に走行した軌道検測車チャートにより、測量対象区間（55k893m-156k811m）の急曲線の半径と位置を再確認した結果、半径 250m未満の曲線は7箇所だけが確認できた。このように、UTYとしても線路保守作業を行って急曲線の改良を行っていることが判明したが、軌道検測車のチャートを見ると依然として複合曲線が連続しており、更なる単純曲線化と、曲率改善の努力が今後とも必要である。

2.3.4. トラックマスターの活用

左右のレールの高低差と曲率及びゲージを計測する機材であるトラックマスターは、日本では保線作業の実施前後の軌道の状態を簡易に計測する方法として活用されている。本プロジェクトと並行して JICA が調達し UTY に供与する機材として、PIU-E 側がトラックマスターの調達を要請してきたため、2012年の後半にこれを調達する手続きを進めた。

専門家の活動時期に合わせて供与機材としてのトラックマスターが現場に導入されれば、日本で活用されているように当面は線形改良に、更には日常保守作業への有効活用に向けて技術指導を行うことが可能であつが、2013年1月に一般競争入札で調達された同機材は、2013年3月26日に空輸でタシケントに到着したにも拘わらず、通関手続きに時間を要し、専門家の現地作業が終了する5月末までには引き取れなかった。

トラックマスターは【図 2-6】に示すような手押しで軌道の上を移動できる簡易な機材で、曲線半径をリアルタイムで計測し、単曲線に整正するために必要な左右のレール移動量を瞬時に計算して表示する機能を備えている。これを使って保線作業を効率的に実施することが可能となる。



【図 2-6】トラックマスターの外観（1,067mm ゲージ用）

2.3.5. 軌道保守関係規程類の分析

「ウ」国における軌道保守関係の規程は、国の鉄道輸送安全管理局が 2003 年に制定した“Instruction of Track Maintenance”に下記の通り必要な軌道の整備基準がほぼ網羅されている。

- ▶ カントの算定式
- ▶ 平均速度算定式
- ▶ 緩和曲線長は $1000 \times \text{カント量}$ （速度 $<120\text{km/h}$ 、3次放物線採用）
- ▶ 同方向近接曲線の中間直線が 25m 以上の場合のカント逓減法、同じく 25m 未満の場合のカント逓減法、複合曲線接点でのカント・スラック設定法、反向曲線間の直線 15m 確保とカント逓減法
- ▶ 曲線部のスラック量は 10、15mm（但し、PC マクラギではスラックは 0mm として良い）
- ▶ 勾配変化点では縦曲線（ $R=10,000\text{m}$ ）の挿入
- ▶ 勾配標建植規程なし

UTY においては軌道保守関連の規程類は整備されているが、カントや縦曲線等がこれに則って整備されていない箇所が多く、適切な保守作業の実施が求められる。

2.3.6. 軌道保守に係る現地研修

これまでに確認した山岳路線の軌道の現状を踏まえ、今後の線路保守作業の改善に資するため、ウズベキスタン国内において下記の要領で研修を実施することとした。

- (1) 目的：プロジェクト対象区間の軌道を良好な状態に維持管理・整正するための方策と、保守管理体制を改善する具体策についての理解を深めることを目的とする。
- (2) 参加者：UTY 本社の Track Facilities Department、及び新線を保守管理するカルシ、テルメズ地域鉄道管理局（RRB）の保線区における実務者クラスを対象とする。

(3) **UTY 本社での研修**：3/28 から 4/26 まで 7 回実施した。時間は原則として午前中の 2.5 時間とした。研修内容は下記の通り。

- イントロダクション、研修目的・特に新線の現在の軌道状態の認識と適切な対策の必要性
- 10m 弦による軌道の把握、トラックマスターの導入、即時軌道補修の基準
- レールの交換機器、交換要領、DHH レール（硬頭レール）、伸縮継目の投入の必要性
- 列車動揺の車両乗り心地を考慮した軌道の整備基準、軌道整備作業後の仕上がり基準
- 複合狂いの整備基準、平面性の整備基準、軌道にやさしい機関車（現在の車軸配置 C-C から B-B-B に置き換え）
- 曲線での諸問題：スラック設定可能な PC マクラギの導入、カント設定の算式、適正な複合曲線のカント設定や緩和曲線の設定方式、曲線と勾配の競合を避けることや、カントと緩和曲線のズレの解消
- 車両の挙動と脱線のメカニズム、脱線防止対策に脱線防止ガードの導入
- 現状の Track Maintenance Gang による直轄軌道保守から、高い軌道整備能力を有する業者への外注による軌道保守への移行
- 保守容易な踏切構造
- ロングレール区間で Buckling が生じにくい PC マクラギ端面形状化。なお Buckling とは、高温期にレールが座屈し、突然軌道が左右に張り出す現象（事故）を言う。

(4) **テルメズ、カルシ RRB での研修**：テルメズでは 5/14、15、カルシでは 5/16、17 の各 2 回実施した。研修実施時間はそれぞれ 12 時間とした。研修内容は本社での研修とほぼ同様である。

(5) **研修参加者**：各地における研修の参加者は【表 2-12】の通り。

【表 2-12】現地研修参加者（軌道保守）

場所と実施日	所属	人数	累計人日
UTY 本社 Track Facility Department 5/14、5/15	全体管理者	1	1
	軌道保守管理	3	8
	軌道工事管理	3	9
	軌道検査管理	11	35
	合計	18	53
カルシ及びテル メズ RRB の保線区 5/16、5/17	プロジェクト対象区間の 保線区（#12、#15）	4	8
	対象区間外の保線区（#13、 #14）	4	8
	合計	8	16

(6) **参加者の感想文（抜粋）**

各地でのセミナーの参加者には、最後に感想文を提出させた。その一部を以下の通り紹介する。

- セミナーの中で特に有益だったのは、曲線改良、急曲線区間への脱線防止ガードの設置、勾配

標の建植であった。7種類のパラメーターで軌道の状態を検査できるトラックマスターについての議論も良かった。更に日本の踏切で使用されている床板も興味深かった。

- ▶ セミナーの中では、日本では保線機材を保有している民間企業が保線作業を実施しているという話題が最も良かった。また曲線区間に設置する脱線防止ガードや、勾配標の建植についても有益だった。これらの施設や運営はUTYにおいても有益であると思う。トラックマスターは非常に便利な機材である。この機材はタシグザール〜クムクルガン間のみでなく、UTYの他の区間への導入も意義があると思う。
- ▶ UTYでも踏切に鉄筋コンクリート床板を使用すべきである。また曲線区間の計算に使用する電子機器やソフトウェアの使い方についてもセミナーを実施してほしい。

2.3.7. 本邦研修

本プロジェクトの一環として、カウンターパートを対象に山岳鉄道の線路保守に係る本邦研修を実施した。これは当初計画には含まれていなかったが、前述の通り運転計画分野で予定していた研修員枠10名のうち3名を振り替えて実施したものである。研修の概要は以下の通り。

(1) 研修目的

日本の山岳鉄道の線路構造と保守体制を紹介し、本プロジェクトによる改善計画の意義と有効性について理解を深めることを目的とする。

(2) 研修対象者

UTYにおいてプロジェクト対象区間の軌道整備計画の実施に関与する者3名。UTY本社及びカルシ、テルメズの地方管理局(RRB)から代表者を選定した。研修候補者の選考については、専門家がPIU-Eと協議の上で決めることとしており、2013年5月2日付のレターで、【表2-13】に示す3名を推薦した。

【表2-13】本邦研修参加者（軌道整備計画）

No.	氏名	所属	役職
1	Kunanbaev B.B.	UTY 本社 軌道施設部	第一次長
2	Eshmanov N.A.	カルシ RRB 軌道保守施設部	部長
3	Normamatov K.	テルメズ RRB 第15保線区	区長

(3) 研修実施施設

- ① JICA 東京国際センターが主管となり、セミナールームと宿泊施設を使用した。
- ② 株式会社日本線路技術(JRTC)：JR東日本から保線作業を受注している施工業者で、座学の講師と場所の提供を受けた。
- ③ JR東日本関連施設（視察） ④ JR鉄道総合研究所（視察） ⑤保線機械製造業者（カネコ）

(4) 研修実績

研修は2013年6月18日(月)から25日(火)の日程で実施した。研修の内容は【表2-14】及び【表2-15】の通りである。

【表2-14】本邦研修実績(軌道整備計画)(1)

日	時間	場所、講師	テーマと概要	
6/18 (火)	9:30	JICA TIC	JICA ブリーフィング	
	13:30 ～ 17:00	JICA TIC JRTC 技術本部 村尾和彦本部長	日本における鉄道の概況 日本の鉄道網の概況説明、法令と施設整備基準について説明した。(滝野専門家同席)	
6/19 (水)	9:30 ～ 12:00	JRTC 会議室 JRTC 技術本部 村尾和彦本部長	軌道保守業務の仕組み、軌道保守作業の体制 JR東日本鉄道における軌道保守業務の仕組みと保線部門の作業内容について説明した。(滝野専門家同席)	
	15:00 ～ 17:10	東北新幹線(東京～仙台)を走行する軌道検測車に添乗	軌道検測車による検測データ解析の流れ (列車時刻は15:16 東京発、17:08 仙台着)	
		JR東日本設備部 新幹線技術基準G 片岡慶太氏 (村尾氏と滝野専門家が同行)	走行中の軌道検測車の車内(3号車)において、軌道検測の作業について資料により説明するとともに、卓上のモニター画面の表示をもとに検測状況を説明した。 軌道の異常個所が検知されると、直ちに技術センター、軌道会社に通知される仕組みになっている。	
	17:30 ～	東北新幹線(仙台～東京)を走行する営業列車(はやて110号)に乗車体験 (列車時刻は17:41 仙台発、19:24 東京着)		
6/19 (水)				
	JICA TIC での講義		日本線路技術(JRTC)での講義	
6/19 (水)				
	東北新幹線検測車 EAST i		EAST i の車内	
6/20 (木)	9:30	JRTC 会議室	軌道の検査・補修体制	
	16:00	JRTC 技術本部 村尾和彦本部長	軌道整備に係る基準と整備方法等について説明した。 (滝野専門家同席)	

【表 2-15】本邦研修実績（軌道整備計画）(2)

日	時間	場所、講師	テーマと概要
6/21 (金)	10:00 ～ 12:00	JR 東日本 大宮新幹線保線技術センター JR 東日本大宮支社 設備部保線課 井上淳氏 (滝野専門家が同行)	新幹線保守システム 軌道・電力・信号通信等各種の保守作業実施に際し、列車運行と送電停止を一括管理する保守管理システムの概要と、作業安全システム等について説明した。
	12:00 ～ 13:00	鉄道博物館 滝野専門家と村井コーディネーターが同行	日本の鉄道の車両、施設、システムの紹介 上記新幹線保線技術センターに隣接する鉄道博物館を見学した。
	23:30 ～ 01:30	成田線大戸～下総神崎間 JR 東日本 成田保線技術センター 大竹一巳所長 (村尾氏と滝野専門家が同行)	軌道保守作業現場視察（マクラギ交換作業） 23:19 から 5 時間半の間合い（線路閉鎖）で、木マクラギ 51 本を PC マクラギに交換する作業。作業前点呼から軌陸バックホーによるマクラギ交換、タンパー・ランマーによるバラスト整理／締固めまで一連の作業を視察した。
以降	JICA TIC	研修報告会準備	
6/21 (金) ～ 6/22 (土)		 夜間保線作業視察	 (株)カネコ、トラックマスターの説明
6/24 (月)	10:00 ～ 12:00	鉄道総合技術研究所 (国立)	鉄道総研の活動と施設の概要
	14:00 ～ 17:00	(株)カネコ (日野) (株)カネコ 柴崎竜太郎氏 (滝野専門家が同行)	カネコが取り扱う保線機械の紹介と、トラックマスターの操作指導 プロジェクトに関連する供与機材として JICA が調達して UTY に供与したトラックマスターの操作指導を研修員に対して実施。その他、分岐器検査装置、建築限界測定器、軸応力測定装置等、同社が扱う機材類について説明があった。
6/25 (火)	9:30 ～ 12:00	JICA TIC 滝野専門家による指導、 村井 CDN	研修報告会準備
	14:00 ～ 15:30	JICA TIC JICA 本部 経済基盤開発部 運輸交通・情報通信第一課 今井正樹氏 滝野専門家、JTC 国際部 岡 本部長、石内課員 (CDN 村井善幸氏)	研修報告会 午前中に、滝野専門家が研修員から感想を聴取し、村井 CDN が和訳したペーパーを作成していた。 報告会では JICA 今井氏が研修員に質問する形で進め、その後、参加者と質疑応答を行った。

2.3.8. 軌道保守に係る改善提案

本プロジェクト対象区間の軌道保守の現状を確認した結果、現在の保守管理体制においても一応の保守作業を実施していることが確認できた。しかしながら、山岳区間ではレールの摩耗が激しくレール更替作業が頻繁に行われていることや、軌道整正作業が良好な状態の維持に十分追いついていない現状のまま、電化によって列車の走行速度が向上した場合の安全走行への懸念を勘案し、軌道保守に関連して下記の事項を提案する。

(1) 軌道検測車の位置確認装置の導入

軌道検測車が測定したチャートを基に現場の保守作業班が保線作業を行っているが、チャートに示されたキロ程と実際の軌道の位置とに誤差が生じており、今回入手したチャートでもアクラバット駅において800mの差があった。日本では軌道検測車に車上子を設置し、地上に設置した地上子との間で位置確認を行う機能を備えている。UTYの軌道検測システムにもこうした機器の導入が望ましい。

(2) スラック量可変締結装置のPCマクラギへの導入

曲線部では車輪が円滑に通過できるようにスラックを設定してゲージを拡大しているが、PCマクラギの場合スラックに対応したレール締結方法が実用化されていないため、UTYではPCマクラギの場合はスラックを0として良いという例外規程を設けている。

しかしながらスラック量が不足すると急曲線部でのレールや車輪の摩耗が激しくなるため、正規のスラックを設定する方が望ましい。日本では段階的にスラック量を設定できる締結装置が開発されており、これを導入することが望ましい。

(3) 軌道保守軽減踏切

日本では既に45年前から交通量の多い踏切でマクラギを使わず、コンクリートブロックを鋼棒で一体化して強化路盤上に設置し、軌道保守の軽減を図っている。このような踏切構造の導入が望ましい。

(4) 勾配変更点の標識設置

UTYでは勾配変更点に標識を設置する規程がない。軌道保守および列車運転を効果的に実施するために勾配標の設置を原則とすることが望ましい。

(5) 脱線防止ガードの設置

日本では脱線を防ぐために特定の曲線区間に脱線防止ガードを設置している。これはレールの内側にL形鋼材をレールと平行に固定するもので、車輪が脱線しそうになると車輪のフランジの内側がこれに当たり、脱線事故を防止する構造物である。本プロジェクト対象区間に存在する急曲線区間は、線形改良により除去されることが望ましいが、周囲の地形によっては大規模な土木工事を必要とする区間等、実施までに時間を要する場合もある。したがって半径250m以下の急曲線、急勾配

と曲線の競合箇所、高盛土箇所等、必要性の高い区間を選定した上で、脱線防止ガードを設置することが望ましい。

(6) 軌道整備会社への保線作業委託

日本では、かつて鉄道事業者が軌道保守を自社要員で実施していたが、最近では整備機器を保有し効率的な軌道整備を行う民間企業に外注している。その結果、軌道状態は改善され、保守経費も節減したという効果が上がっている。UTY においても保守体制の改善を検討することが望ましい。

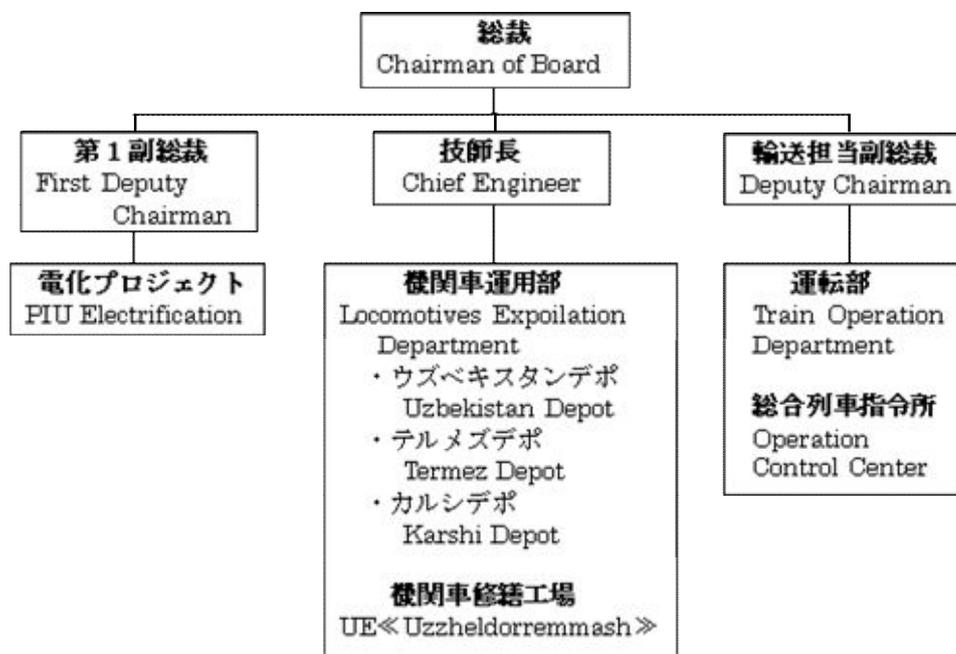
2.4. 電気機関車整備計画

2.4.1. 対象区間の鉄道の現状把握

本プロジェクトの運転計画と軌道関係分野は2012年6月からウズベキスタンにおける現地作業を開始したが、電気機関車分野の活動については約半年後の2012年11月26日から開始した。

(1) 組織の概要

UTY において機関車の日常的修理・点検整備を行うデポ (Depot) は機関車運用部の傘下であり、大規模な修繕を実施するタシケント工場 (UE<Uzzheldorremash>) とともに技師長が統括している。車両及び運転関係の組織の概要は【図 2-7】の通りである。



【図 2-7】 車両関係組織の概要

(2) UTY における機関車検査種別

UTY における電気機関車の検査周期等を【表 2-16】に示す。

【表 2-16】 電気機関車検査周期等

検査種別		TO-2	TO-3	TR-1	TR-1r	TR-3	TR-4	KR-1	KR-2
2VL60K	周期	48 hrs	15 days	30 days	60 days	24 mon	400,000 km	600,000 km or 6 yrs	2,100,000 km or 12 yrs
	日数	2 hrs	12 hrs	48 hrs	72 hrs	8 days	10 days	15 days	17 days
3VL60k	周期	72 hrs	20 days	40 days	80 days	24 mon	720,000 km	800,000km or 6 yrs	2,400,000 km or 12 yrs
	日数	3 hrs	14 hrs	28 hrs	38 hrs	9 days	10days	21 days	24 days
VL60K	周期	48 hrs	10 days	20 days	40 days	24 mon	400,000 km	600,000 km or 6 yrs	2,100,000 km or 12 yrs
	日数	2 hrs	8 hrs	22 hrs	32 hrs	5 days	6days	15 days	17 days
VL80 ^s	周期	72 hrs	15 days	30 days	60 days	24 mon	720,000 km	800,000 km or 6 yrs	2,400,000 km or 12 yrs
	日数	2 hrs	8 hrs	18 hrs	28 hrs	5 days	5days	15 days	18 days
Uzbeki- stan (passen- ger)	周期	48 hrs	25 days	100,000 km	400,000 km	600,000 km		2,000,000 km	
	日数	2.5 hrs	12 hrs	40 hrs	4 hrs	10 days		—	
Uzbeki- stan (freight)	周期	72 hrs	25 days	100,000 km	400,000 km	600,000 km		2,000,000 km	

(出典：UTY)

(3) UTY 現業機関の実態調査

電気機関車分野の専門家は、各現業機関の施設、機材、検修実施体制等の実態を把握するため、下記の通り各現場の視察を行った。

3-1) タシケント工場 (UE<Uzzheldorremash>) (視察日 2012 年 11 月 29 日)

タシケント工場は、1900 年に建設され、UTY で現在使用されているディーゼル機関車及び電気機関車の全般検査 (KR-1, KR-2) を中心に行っており、車体や付属装置の直流又は交流の駆動電動機や各種予備品のオーバーホールが実施されている。全体的には、職場内も良く整備されており、作業工程に支障をきたすような要素は見受けられなかった。社員の意識も高く、作業場内には各種の作業マニュアルが掲示され、品質保持に努めている姿勢が窺える。

3-2) ウズベキスタン・デポ (視察日 2012 年 12 月 3 日)

ウズベキスタン・デポはタシケント工場から南へ車で 40 分程の所に位置しており、電気機関車の検査を中心に行っている。日本でいう機関区のような存在で、軽易な検査を中心に行っているが、全体的には電気機関車を扱っていることから油污等はなく、職場内もきれいに整備されている。また、作業場のスペースにも余裕が感じられ、社員の創意工夫の跡が随所に見られた。各作業場内には各種の作業マニュアルが掲示され、品質保持に努めている姿勢が窺えた。

3-3) テルメズ・デポ (視察日 2012 年 12 月 5 日)

ウズベキスタンの南部に位置するテルメズ・デポは、アフガニスタンや隣国への乗り入れの拠点として、ディーゼル機関車及び電気機関車の保守を担当することになる。現在はディーゼル機関車のみを保守しているため、職場の中も若干の油污れが見られるものの、将来の機関車の拠点

となるべく社員が一体となって取り組んでいる姿勢が見られた。

3-4) テルメズ・デポ ダルバンド派出所 (視察日 2013年5月1日)

ダルバンド派出所はテルメズ・デポの派出所として149km北側に位置している。現在はディーゼル機関車のT0-2の検査を担当している。検修庫の大きさは18m×90mの大きさであり、検修線として2線を備えていた。給砂用の設備もあり、乾燥装置を備えたものであった。

3-5) カルシ・デポ (視察日 2013年5月2日)

タシケントとテルメズとの中間に位置するカルシ・デポは、サマルカンド～カルシ間、カルシ～ブハラ間、及びカルシ～ダルバンド間の機関車運行を担当する拠点機関区である。配置されている機関車は全てディーゼル機関車であるが、マラカンド～テルメズ間が電化された後は山岳区間を運行する電気機関車の保守を担当することになる。現在はディーゼル機関車のみを保守しているため、職場の中も若干の油汚れが見られるものの、将来の機関車の拠点となるべく社員が一体となって取り組んでいる姿勢が見られた。

2.4.2. 電化に向けての準備

電化に伴う電気機関車導入とその検査・保守に係る機材類の整備は、現在実施中のマラカンド～カルシ、及びカルシ～テルメズの2件の電化事業の中でも計画されている。

本プロジェクトの対象区間は、ウズベキスタンで初めて開業する山岳鉄道の電化区間であり、UTYはここでの使用を前提とした新形式の電気機関車を中国のメーカーに開発させていた。その内容は専門家チームにも徐々に開示されることとなった。この新形式車両の諸元を【表2-17】に示す。

【表2-17】山岳区間向け新形式電気機関車の緒元

機関車方式	インバーター制御方式交流電気機関車		
電気方式	交流 25kV (50Hz)	軸配置	Co - Co
運転整備重量	138 t	最高運転速度	120 km/h
車体長	21170 mm	車体幅	3100 mm
車体高	4100 mm	固定軸距	4250 mm
ボギー中心間隔	10200 mm	定格出力	6000 kW
起動時引張力	450 kN	直流電圧	2800 V
制御方式	PWM 電圧型インバーター制御		
主変換装置	IGBT 電圧型コンバータ・インバーター装置 (4500V, 900A)		

UTYには2003年以降、今回の新型電気機関車のモデルとなった「ウズベキスタン」形が投入されている。当初の「ウズベキスタン」形は貨物列車用として設計され、軸配置はBo-Bo-Boタイプで電子機器部品には「GTO」が使用されている。その後、2010年以降に投入された「ウズベキスタン」形は旅客列車用として設計され、軸配置は新型電気機関車と同様のCo-Coタイプとなっており、電子機器部品は「IGBT」が使用されている。

2.4.3. 現業機関の指導者層に対する現地研修

本プロジェクト対象区間が電化開業すると、これまでディーゼル機関車の保守のみを担当していたカルシとテルメズのデポでは、新たに電気機関車の保守体制を整備する必要がある。またタシケント工場においても山岳区間用に新たに導入される電気機関車の整備を行うこととなる。日本における車両整備作業の紹介とウズベキスタンにおける作業の改善策提案を目的として、4月29日から5月16日まで、テルメズ、カルシ、タシケントにおいて現地研修を実施した。

(1) 現地研修実績

研修日程は【表 2-18】の通りに計画した。なお、カルシ～テルメズ間鉄道電化事業のローカルエンジニアであるアキール氏が、新たに導入される予定の新形式電気機関車の情報を入手していたため、同氏による紹介も併せて実施した。

【表 2-18】 現地研修実績（電気機関車整備計画）

研修月日	研修対象箇所	時 間	記 事
4月29日（月）	テルメズ・デポ	10：00～16：00	
4月30日（火）	テルメズ・デポ	10：00～16：00	新形電気機関車の紹介も含む
5月2日（木）	カルシ・デポ	10：00～16：00	
5月3日（金）	カルシ・デポ	10：00～16：00	
5月7日（火）	タシケント工場	14：00～17：00	新形電気機関車の紹介も含む
5月14日（火）	タシケント工場	14：00～17：00	
5月16日（木）	ウズベキスタン・デポ	14：00～17：00	新形電気機関車の紹介も含む
5月17日（金）	ウズベキスタン・デポ	14：00～17：00	

(2) 研修参加者の選定

今回の研修の対象者は、各現場で中心的な役割を果たし、新形電気機関車投入後もリーダーシップを発揮できる者、いわゆる現場の中堅クラスの中から人選した。

(3) 講義内容の検討

講義内容については、以下に示す点を勘案して作成した。

- ▶ UTY には無い新鮮な情報であること
- ▶ UTY の現状を振り返るため参考となり得る情報であること
- ▶ 現場での社員教育に役立つ情報であること
- ▶ 日本でも役に立っている情報であること

(4) 研修教材の内容

研修教材として 109 枚のスライドからなるプレゼンを作成した。その内容を【表 2-19】に示す。

【表 2-19】研修教材の内容

No	内 容	No	内 容	No	内 容
1	表紙	38	資材管理の要素	74	自然環境
2	研修の目的	39	物品の要求	75	結氷と対策
3	貨車(コンテナ用貨車)	40	物品の製作	76	レール面の凍結
4	貨車(タンク車)	41	在庫管理	77	砂管への影響
5	客車	42	たな卸し	78	耐雪ブレーキの必要性
6	電車	43	予定原価の考え方	79	酸素濃度の影響
7	ディーゼル機関車	44	予定原価表の内訳	80	IGBT 冷却装置への影響
8	電気機関車	45	材料表作成の事前作業	81	スイッチング回路
9	貨車(電車方式貨車)	46	部品・材料使用状況調査	82	主変換装置(1)
10	新幹線	47	部品・材料表の作成	83	主変換装置(2)
11	一日のダイヤ本数	48	予定原価表の活用方と課題	84	冷却ユニット
12	輸送量	49	DL による輸送実績	85	インバータ
13	貨物輸送	50	EH500 定速運転機能	86	GTO と IGBT の故障傾向(1)
14	鉄道コンテナ輸送管理	51	EH500 発電ブレーキ	87	GTO と IGBT の故障傾向(2)
15	コンテナの荷役作業	52	EH500 発電停止ブレーキ	88	具体的な故障箇所
16	PC による作業指示	53	EH500 発電抑速ブレーキ	89	制御部の部品取替実績
17	鉄道運転事故	54	発電ブレーキ併用効果	90	日本の全般検査周期
18	貨物列車用車両の故障	55	UTY 貨車の空気ブレーキ	91	EH500 全般検査所要日数
19	機関車・貨車保有両数	56	日本の貨車の空気ブレーキ	92	プリント基板検査該当枚数
20	故障の位置付け	57	UTY 応荷重付空気ブレーキ	93	プリント基板清掃作業(1)
21	故障の解決策	58	日本応荷重付空気ブレーキ	94	プリント基板清掃作業(2)
22	保守とは	59	UTY の制輪子	95	プリント基板清掃作業(3)
23	保守の体系	60	日本の制輪子	96	第 2 回目の全般検査
24	予防保守・事後保守	61	日本の合成制輪子	97	第 2 回目全検問題点(1)
25	品質管理の定義	62	フランジ塗油器	98	第 2 回目全検問題点(2)
26	基礎技能	63	乗り上がり防止の効果	99	ウズベキスタン号
27	品質の達成	64	フランジ塗油器の例(1)	100	ウズベキスタン号の購入実績
28	作業標準	65	フランジ塗油器の例(2)	101	ウズベキスタン号(1)
29	職場の活性化	66	車両故障減少の可能性	102	ウズベキスタン号(2)
30	作業標準の例	67	交流電動機	103	スクリュウコンプレッサー
31	車両の検査計画	68	交流電動機と VVVF 制御	104	タイヤフラット検出装置(1)
32	同時在場両数	69	VVVF インバータ制御	105	タイヤフラット検出装置(2)
33	検査標準	70	GTO	106	タイヤフラット検出装置(3)
34	検査標準の例	71	IGBT(1)	107	パンタ摺板測定装置(1)
35	車両の履歴簿	72	IGBT の特徴(2)	108	パンタ摺板測定装置(2)
36	予備品管理	73	商用三相交流と交流電動機	109	パンタ摺板測定装置(3)
37	検修管理システム				

(5) テルメズ・デポにおける研修

a) 研修参加者

10名の参加者が予定されていたが、4月29日は9名、30日は7名が参加した。

b) 研修実施による成果等

- 今回の研修において電気系統の内容も説明したが、デポスタッフ向けにもう少し具体性があればよかったと反省している。彼らにとっては、ある分野は物足りず、またある分野は難しすぎるとの感想を持ったようだ。

- 電化開業後も全てディーゼル機関車がなくなるわけではなく、週1本程度のディーゼル機関車牽引列車が運転されることから、ディーゼル機関車検修の技術を残しつつ新たに電気機関車検修技術の習得に努めなければならない。特にこれまで全く経験のない電気機関車を扱うことになるため、その構造や作用などの基礎的な内容の研修から始めることになる。
- デポ全体が来るべき電化開業に備え、一丸となって取り組んでいる姿が頼もしく思えた。一部の工事が開始されていた。

(6) カルシ・デポにおける研修

a) 研修参加者

10名の参加者が予定されていたが、5月2日は7名、3日は6名が参加した。

b) 研修実施による成果等

- 今回の研修において電気系統の内容も説明したが、デポスタッフ向けにももう少し具体性があればよかったと反省している。彼らにとっては、ある分野は物足りず、またある分野は難しすぎるとの感想を持ったようだ。
- 電化開業後も全てDLが無くなるわけではなく、週1本程度のDL牽引列車が運転されることから、DL検修の技術を残しつつ新たにEL検修技術の習得に努めなければならない。特にこれまで全く経験のない電気機関車を扱うことになるため、その構造や作用などの基礎的な内容の研修から始めることになる。
- デポ全体が来るべき電化開業に備え、一丸となって取り組んでいる姿が頼もしく思えた。一部の工事が開始されていた。

(7) タシケント工場における研修

a) 研修参加者

10名の参加者が予定されていたが、5月7日、14日とも9名が参加した。

b) 研修実施による成果等

- 日本の鉄道の紹介をした際、受講者からUTYとの違いなどについて質問があったが、工場のスタッフにとって一番の関心事は、数年後に全般検査で入場予定のウズベキスタン形電気機関車のことであることが分かった。中でも2003年に調達したウズベキスタン形（電子機器部品がGT0）が2015年には検査入場となるため、それに対する危機感を抱いているようであった。これまでウズベキスタン形の電子機器部品に対する管理は、すべて外国の業者が行っているため、ウズベキスタン・デポの関係者ですら馴染みがないのが実態である。
- 現在、タシケント工場は電化事業プロジェクトの一環で、場内にある老朽化した機械の取替を計画している。ウズベキスタン形レベルの電気機関車でも対応可能となるような設備とすべく検討を進めていた。

(8) ウズベキスタン・デポにおける研修

a) 研修参加者

10名の参加者が予定されていたが、5月16日、17日とも10名が参加した。

b) 研修実施による成果等

- ▶ 最大の課題は、やはりウズベキスタン形に見られるように電子機器部品の検査をすべて業者に任せきりであるということに尽きる。したがって、故障の内容とか、GTO と IGBT の故障比率とかは全くと言っていいほど把握されていない。現時点ではドイツ系の業者が請負っているが、今後新形電気機関車が導入された場合は、電子機器部品は日本の東芝製となり、日本の JR 貨物での状況と同様に鉄道事業者が修理を行う方式となることが予想される。
- ▶ ウズベキスタン国の将来を考えた場合、自分達で検査できるようになることが最良の道であることは言うまでもないことである。

2.4.4. UTY 機関車検修体制に対する改善提案

電気機関車担当専門家は、ウズベキスタンにおいて機関車検修を行う各現場を視察し、また現地研修を通じて現業機関の検修作業従事者と意見交換を行った。これらを総合して検討した結果、今後の改善が望まれる事項として下記の通り提案する。

(1) テルメズ・デボ

電化工事が終了したとしても、隣国への輸送手段は引き続きディーゼル機関車が中心となるため、ディーゼル機関車及び電気機関車両方の保守が行えるように体制を整える必要がある。また、電化後は 25KV の特高圧下における作業が行われるため、感電等の電気事故防止対策の徹底と、職員への定期訓練等を通じた事故防止啓蒙活動が必要である。

ダルバンド派出所に関しては、電化後も週 1 本のディーゼル機関車牽引列車が運転されることから、引き続きディーゼル機関車の保守要員は残すことになると思われるが、電気機関車が運転されるようになった場合に備え、車両故障等の事故対応要員体制についても整備することが必要である。

1-1) 「T0-2」 検修庫

- a) 架線：検修線及び B 検修線には新型電気機関車の検査が出来るよう、架線を設置する。
- b) 点検台：検修線及び B 検修線には屋根上機器の点検が出来るよう、現行のディーゼル機関車用点検台を電気機関車用の点検台に改修する必要がある。その際、架線が設置されることから、屋根上作業の安全対策には万全を期す必要がある。特に点検台の入口には鍵を設けるなど、ヒューマンエラーを防止するための対策が必要である。
- c) 検修線は架線を設けず、ディーゼル機関車専用の検修線とする。

1-2) 「T0-3、TR-1」 検修庫

- a) 検修庫の延長：3TE10M 型式ディーゼル機関車の検査を行う際、車体長が 51m のところ検修庫の長さが 48m であることから、18m が不足するため延長を検討する必要がある。
- b) 電気部品作業場の新設：新型電気機関車用の各種電気部品の修繕を行うための作業場を新設する必要がある。そのため、現行の検修庫の脇に新設し、検査修繕作業に必要な機械等を新たに投入する必要がある。
- c) 天井クレーンの増設：現行「T0-3・TR-1」検修庫はディーゼル機関車及び電気機関車共用となるが、重量部品の交換作業が同時に行われることも想定し、天井クレーン（10 t）1 基増設することを検討する。

- d) ディーゼルエンジン部品作業場の整理：D 検修線、E 検修線、F 検修線の横に位置するディーゼルエンジン部品作業場について、レイアウトを変更する。電化によりディーゼル機関車の保有両数が減ることになるため、ディーゼルエンジン部品の修繕場の面積を縮小することが可能となる。これにより生み出されたスペースは、機関車に必要とする予備品等の保管場所とすることを検討する。
- e) 在姿旋盤の取替え
現行「T0-3・TR-1」検修庫脇に設けられている在姿旋盤を新しい物に取替える。その際、電気機関車の電動機が、架線がなくても個別に自力で回転できるよう、電源設備の設置を検討する。

1-3) 検査修繕用機械類の取替え

円借款事業「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」により老朽機械の取替えを行うと同時に、電気機関車の検査修繕に必要な機器についても導入を行っていくこととする。

(2) カルシ・デポ

カルシ・デポについては、ADB が融資するマラカンド～カルシ間鉄道電化事業により検修用機器類が整備される予定であるが、隣国への輸送手段は引き続きディーゼル機関車が中心となるため、ディーゼル機関車及び電気機関車両方の保守が行えるように体制を整える必要がある。

また、電化後は 25KV の特高圧下における作業が行われるため、感電などの電気事故防止対策の徹底と職員への定期訓練などを通じた事故防止啓蒙活動が必要となる。

(3) タシケント工場 (UE<Uzzheldorremash>)

3-1) タシケント工場「UE<Uzzheldorremash>」の役割

UTY の保有する全車両形式について「TR-3」「KR-1」「KR-2」等の全般検査を中心に行っており、車両の検査修繕分野の中核的役割を果たしている。

当工場では、すでにスペイン製（タルゴ方式）の電車や電気機関車も担当しており、技術的にも高い水準にある。今後、新型電気機関車が投入された場合、引き続き担当することになり、各種部品の予備品の供給も含めて対応することになる。

3-2) 検修庫の検討

直近のデータによる検査実績から、工場における 1 日当たりの「検査計画/日」を算出し、作業場の収容スペースと比較することにより、将来の検査修繕作業について検討を行ったところ、現在の車体検修場は機関車で 6 両程度の収容は可能であり、今後も十分対応が可能と思われる。

3-3) 検査機器類の取替え

円借款事業「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」により、老朽化した機械の取替や、新設を伴う機械の導入について作業を進めていくことになる。

3-4) その他の作業場等の整備

電化に伴いウズベキスタン形電気機関車や新形式電気機関車の投入両数が増えることが予想され、特に IGBT 等の電子制御システムへの検査体制の整備が必要と考える。

工場敷地内には新型電気機関車の全般検査を行うための建家は既に建築されているが、検修施設・設備は調達準備中のため整備されていない。ウズベキスタン形電気機関車の第1回目の全般検査が2015年から開始されるため、早急な整備が求められる。特に電子機器類及び空制御部品のオーバーホールを行うための清浄室の新設や、車体塗装用の強制乾燥装置の修理を行う必要がある

(4) ウズベキスタン・デポ

ウズベキスタン・デポは、電気機関車や電車等を中心に検査業務を行っており、ウズベキスタンの中でもトップクラスの検修設備を備えている。そのため、社員の意識も高く、新形電気機関車への取り組み姿勢は、他のデポと比べても格段に高い。その中であって唯一今後検討を要する事項は、電子機器部品への対応である。この点に関しては、(5)「共通の課題と提案」の項で述べる。

(5) 共通の課題と提案

5-1) 検修管理システムの構築

現在YTUでは検査種別毎の情報交換の手段は、レターやFAXあるいは電話等により行っている。日本においてもかつてはこれらの手法が主流であったが、タイムリーな情報が必要となったため、独自のシステムラインを構築し、検修管理システムを整備した。これにより、検修管理業務が飛躍的にスピードアップされたばかりでなく、車両の性能維持の観点からも品質の確保が図られることとなった。よって、出来るだけ早い段階でこの要はシステムの整備を提案したい。

5-2) 電子機器部品の管理

UTYでは中国製電気機関車「ウズベキスタン」形を中国から購入し、現在タシケント～マラカンド間、タシケント～アングレン間で運用している。「ウズベキスタン」形電気機関車は車体が中国製であるが心臓部である制御器はドイツ製であり、ブレーキシステムはフランス製のものである。特に制御器は瑕疵担保期間が終了した現在も、ドイツ系の業者が有償で保守をし、UTYの職員はほとんど保守作業に携わっていないのが実態である。

山岳区間で運用される予定の新型電気機関車も中国製であるが、その制御器は日本製となる見込みである。日本では新規投入の機関車の場合、瑕疵担保期間は3年であり、期間が終了した時点で鉄道事業者が独自ですべての保守を行うのが一般的である。

また、瑕疵担保期間中であっても機関車が故障した場合、その故障を診断し応急処置を施す等は事業者の車両検修担当者が行わなければならないが、UTYにおいても現場機関区の検修担当職員に対するこれまでメーカーが行ってきた制御器の保守を含め、機関車の保守点検技術の教育が必要と考える。特に日本の「予防保全」を取り入れた車両検修の技術移転はUTYにとって有効であると考えられる。

2.5. 機材供与手続き支援

本プロジェクトと並行して、JICAがプロジェクトに関連する軌道整備用機材等を調達してUTYへ供与する計画であるため、その調達手続きに必要な支援業務を行った。

UTYへの供与機材としては、2012年1月の段階で移動式発電機、レール切断機、電動ハンドタイ

タンパー等7品目の要請が提出されていたが、6月の専門家現地作業開始後、これらが撤回され、我が国でも保線作業に活用しているトラックマスターと超音波レール探傷器を調達することとなった。

平成24年度内の調達を目標に、トラックマスター(4台)は本邦調達として2013年1月上旬にJICA本部で入札が行われ、丸紅株式会社が受注した。株式会社カネコの製品がタシケントに3月下旬に空輸された。JTCは入札図書の作成、公示後の質問への回答作成、納入検査立会い等の支援業務を行った。また超音波レール探傷器(1台)については2013年1月下旬にJICAウズベキスタン事務所が現地調達を行い、フランスのガイスマ社が受注してタシケントへ3月下旬に空輸された。

ところが、2013年4月1日付で施行された大統領令No. PP-1887(2012年12月25日付発令)に基づき、輸出貨物通関証明書原本(輸出元税関公印入り)の提出が義務付けられたことから、通常日本およびフランスの税関では上記証明書原本に公印を押す習慣がないため、書類不十分となり通関手続きが停滞した。最終的に6月上旬に保税倉庫からUTY本社に機材を移送することができた。カネコの担当技術者が日本から派遣され、6月17日から19日までタシケントにおいてUTYの保線機器担当者に対して操作指導が実施され、20日には加藤大使、鹿野JICA事務所長参列のもと機材の引き渡し式が行われた。(トラックマスターの外観は図2-6参照)

2.6. プロジェクト実施運営上の工夫、教訓

2.6.1. 当初計画から変更した活動内容

各分野の活動は、インセプション・レポートに従って実施することとしていたが、プロジェクトを開始してから、ウズベキスタンの現状が判明した結果、当初想定していた活動計画を修正しなければならないことも発生した。その主な点は下記の通りである。

(1) 運転計画

- ① 運転時間査定のためのロシア製ソフトウェア(Ter Vsm)を使用して実習を行う予定だったが、UTYではこれが使用されていないことが判明し、代わりに日本製簡易ソフトウェアを使った。
- ② 車両計画策定の実習において、対象区間で将来使用される予定の電気機関車の性能データを使うことが望ましかったが、詳細が不明だったため、同等の出力を持つと想定される日本の機関車の性能曲線を参考に、C/Pが必要な性能を算出した。
- ③ 対象区間の軌道状態を表すデータは、本プロジェクトによる測定の結果作成される正確な情報を使うことが望ましかったが、測量作業が大幅に遅れて運転計画の現地研修に間に合わないため、既存のTrack Profileのデータを使用した。
- ④ UTYのC/Pの技術レベルが高かったため、研修で準備した基礎知識の項目は不要となり、省略した。
- ⑤ 一連の計画策定作業の中で、機関車運用ダイヤ作成後に、車両基地、停車場、信号システム等の運転設備の見直し作業の実習を計画していたが、本プロジェクトと並行して実施されている電化事業(円借款)による作業と重複する部分があり、現場の混乱を避けるためこの作業を止め、代わりに線路容量の査定作業を実施した。

(2) 軌道修正計画（線形計画）

- ① UTY が保有する既存の Track Profile は、対象区間の軌道の現状と一致していない箇所があった。実際の軌道の状態をもとに改良計画を作成するため、本プロジェクトにより測量を実施し、その結果得られるデータを使うこととしたが、測量作業が大幅に遅れたため、専門家の活動開始時期も約1ヶ月半延期することとした。
- ② 列車の運転席や最後尾から線路の状況を軌道中心線方向に目視できなかったため、対象区間全体の現状を把握することが困難だった。これについては、測量担当専門家が作業開始前に撮影した写真を参考に現況を把握した。また、線形改良計画地点を絞り込んだ後、9カ所については専門家とC/Pとで現場調査を行った。
- ③ この分野でもC/Pの技術レベルが高く、また設計手法も日本とほぼ同じだったため、研修で準備した基礎知識の項目は不要となり、線形計画策定の共同作業に切り替えた。
- ④ 縦断勾配の異常箇所は、高い盛土区間で圧密沈下が原因と想定される凹状の箇所が多く、構造物補修工事としての対策が必要なため、今回の線形改良計画の対象外とした。

(3) 軌道整備計画

- ① 線形計画分野と同様に、列車の運転席や最後尾から線路の状況を軌道中心線方向に目視できなかったため、対象区間全体の現状を把握することが困難だった。これに対してやはり測量担当専門家が撮影した画像を参考にしたほか、軌道検測車のチャートを参照して軌道の現状把握を行った。
- ② 軌道検測車の測定結果は、搭載されたコンピューター内にデータがあり、地方で運用している間はデータを入手できず時間を要した。また、軌道検測車のチャートに示された位置情報と、実際の軌道のキロ程（駅位置）の間に誤差があることが判明した。
- ③ 現場で軌道の曲線半径を手計測した場所で、沿線に建植された曲線標の情報と、既存の Track Profile のデータ、更に実際の曲線半径とが一致していなかった。
- ④ JICA が供与した機材のトラックマスターは、専門家の活動期間中に現場で使用できれば効果的な指導が可能であったが、実際に通関を終えて UTY に納入された時点では専門家の活動が終了しており使用できなかった。
- ⑤ UTY 自身も、対象区間の急曲線を解消する軌道整備作業を順次実施していることが判明した。

(4) 電気機関車整備計画

- ① この分野の専門家の現地作業期間（2013年度）は45日間で他の分野の半分程度であったが、現地研修の指導内容に幅広く多くのテーマを盛り込んだため、教材作成に時間を要したことや、研修実施場所を各現業機関にしたため、カルシ、テルメズでの研修実施には専門家の移動時間が必要で効率が悪かったこと等から、全般的に専門家が技術指導を行う時間が不足していた。
- ② 更にタシケント工場向けの研修は、参加者から追加実施の要望があり、その準備をしたが、直前になって工場での会議予定が入ったため日程を延期し、その日も再度突然の会議で工場側の受講者が参加できなくなったため、結局キャンセルとせざるを得なかった。
- ③ デポや工場の現場では作業マニュアルを壁に掲示する等、作業員の間には作業の質の向上意識が高く、また既存の施設や機材を十分活用していると判断できた。

- ④ 電化事業（円借款）のローカルエンジニアであるアキール氏は UTY の OB で、対象区間で使用される予定の新型電気機関車の開発プロジェクトチームに所属しており、同機関車の性能等の情報も持ち合わせていたため、専門家による現地研修に同行しそれを紹介することによって研修の効果を上げることができた。

本業務を実施するに際して、当初の計画通りに実施できなかった要因はいくつかあるが、主な点を挙げると以下の通りである。

a) UTY の情報提供・開示に対する制約

UTY が有するすべての情報は容易に開示されず、一般的な統計データと思われるものであっても、原則として専門家チームから PIU-E 宛のレターで要求する必要があった。更に公式に要求しても提供されない情報もあった。

- Track Profile は現在の軌道の状況を把握する基礎的資料であるが、2012 年 6 月の現地作業開始以降、度々提示を要求しても開示されず、公式に提供されるまでに 1 か月を要した。
- 軌道検測車のチャートも、度々要求しても担当者の不在やデータを保存しているコンピューターが検測車内にあつて地方で運用している等の理由から提供されず、入手までに時間を要した。
- 設計技術基準についても、現在適用されている最新版の特定が容易でなかった。
- 列車運行情報は閲覧できてもデータのコピー等は許されなかった。

b) ウズベキスタン流の実施方法への固執

測量作業委託先の技術者に対して、専門家が効率的な作業方法を提案・指導したが、以下の通り彼らの能力不足と、従来からの方法に固執したため、作業工程が大幅に遅れることとなった。

- 測量の地図作成基本理論を理解していない。
- 座標計算に計算機を使って手計算、鉛筆記入。
- AutoCAD を使った長尺図化方法を知らない。
- 現地での観測状況や計算結果が秘密扱いで計算書の確認が出来ない。
- 縦断線形測量は専門家が提案した方法を採用しなかったため誤差が生じ、再観測を実施せざるを得ない。
- 曲線要素計算ソフトに「RIXT」（1991 年版ロシア製）を使用しているため非効率。

c) UTY 側 C/P の知識・技術レベルが予想より高かった。その結果、現地研修のカリキュラムを見直し、当初予定以上の実習等を盛り込むことが可能となった。

d) UTY 本社（タシケント）と対象区間との地理的距離

プロジェクト対象区間の起点側にあるカルシまでタシケントから移動するには、国内航空便或いは列車でアクセス可能であるが、運行頻度が低く不便である。また終点側のテルメズは更に遠く、タシケントからは航空便を使わざるを得ず運行本数も少ないため、現地の視察や協議を行うためには時間的余裕が必要である。

また現地での行動にはタシケントの本社から C/P が同行することも多いが、彼らは航空機を使うことはなく列車での移動が原則であるため、現地で合流する時間を調整する必要があった。

e) UTY 本社における現場の実情の掌握度の低さ

2012年6月の現地作業開始後、軌道保守の現状を把握するためにタシケント本社の担当部署からヒアリングを試みたが、現状を示す情報が得られなかった。そこで現地調査を行いカルシRRBの軌道関係部署から情報収集を試みたが、実際に保線作業を担当しているTrack Distanceでなければ実情が分からず、地方管理局でさえも保守現場の実態を把握していないことが判明した。Track Distanceのそれぞれの現場責任者はそれぞれの現場事務所に散在しているため、現場の実情を把握するのは容易でなかった。

f) 運転計画の基本的認識の差

日本では、旅客列車、貨物列車とも、予め運行計画（列車ダイヤ）を定め、旅客・貨物の量の多寡に拘わらず列車は定期的に運転されるが、ウズベキスタンにおける貨物列車は、輸送する貨物量がまとまった時点で列車の運行が決定され、列車ダイヤのモデルパターンの時刻を使って運転される。これは旧ソ連時代からの伝統であって、列車の運行が決定した後に使用する車両（機関車）と運転する乗務員が指定されるため、計画的に車両・乗務員運用を定めておくことができない。本プロジェクトで、日本で導入している運用計画の利点を説明しても、ウズベキスタンにおいて過去の伝統を変えてその導入を図ることは容易でなく、今回のプロジェクト期間においては、日本の方式を理解させるどころまでに留まった。

また列車運行計画策定の基本方針も、日本であれば車両の性能と軌道の条件をもとに、駅間走行時間を最小限にする計画を策定し、対象区間の列車到達時間の最小化を目標とするが、ウズベキスタンにおいては1列車の牽引トン数を如何に大きくするかが第一目標であって、列車到達時間の短縮化は二の次であることが判明した。今回の対象区間が電化されると、列車は電気機関車牽引になって牽引力が増加するが、それを速度向上に使うか1列車の牽引トン数の増加に使うかは、鉄道事業者の判断である。UTYは後者を優先することが基本的発想であるため、駅間運転時間を短縮して列車密度を上げ、線路容量を増加するという運転計画の基本的目標が必ずしも当然とは言えず、列車の速度は犠牲にしてでも牽引トン数の増加を目標としていることが分かった。このような基本的認識の差を埋めて、効率の良い運転計画方法を導入させるには、根気強い協力を続けていく必要がある。

今後ウズベキスタンにおいて技術協力を実施する場合は、上記の点を踏まえるとともに、専門家の活動期間に余裕を持たせた計画を策定することが望ましい。

2.6.2. 投入と成果

本プロジェクトの枠組みは2012年3月20日交わされたMOUで規定されているが、投入（Input）と成果（Output）はPDMに【表 2-20】の通りに記載されている。

【表 2-20】プロジェクトの投入要素

日本側	ウズベキスタン側
(1) 専門家の派遣(総括・運転計画、軌道保守(線形計画)、軌道保守(軌道)、機関車各1名、測量数名)	(1) カウンターパート(C/P)の配置(運転計画、軌道線形、軌道保守、機関車、測量各数名)
(2) 研修員受入(約10名)	(2) プロジェクト実施のための施設提供(執務室及び備品)
(3) 機材供与(必要機材)	(3) 経費負担(専門家のためのローカルコスト、執務室・機器類の借料、プロジェクトに関する他の経費)
(4) 経費負担(現地再委託費、移動と研修に係る他の経費、通訳・現地スタッフに係る経費)	

これらについては、技プロで一般的に適用されている内容であるが、日本側投入内容のうち、機材供与については、本プロジェクトに並行して貴機構が直接調達する計画があり、コンサルタント業務にはその手続きに係る貴機構への支援が含まれていた。

また、専門家の派遣人数と分野については、提案書の段階でコンサルタント側から変更を提案し、契約交渉で貴機構との間で合意に達している。

ウズベキスタン側の投入のうち、C/Pの配置については、UTYにこれまでJICAの技プロの経験がないため、その意義について理解を得るまでに時間を要した。専門家の派遣期間が短期間のシャトル型だったこともあり、2012年末までは固定したC/Pを特定できるまでに至らなかった。

2013年に入ると実際に技術指導形態の活動を開始することになるため、まず軌道整正計画(線形計画)分野のC/Pを特定するよう2012年11月にPIU-Eに要請した。その結果UTYから2名、設計研究所2社(UTYが出資する設計会社:“Toshtemiryolloyiha”及び“Boshtransloyiha”)から各1名の技術者が指名された。本プロジェクトの実施機関はUTYであり、本来C/PはUTYの中から指名されるべきであるが、これまでウズベキスタンにおける鉄道施設の設計業務は上記2社のいずれかに委託して実施されており、対象区間の建設時の設計業務も、起点側のタシグザール～アクラバッド間をT社、アクラバッド～クムクルガン間をB社が実施している。今回の現地研修に、実際の線形計画業務に従事している設計研究所のメンバーが参加したことは、この国の鉄道線形技術や、この国において線形計画がどのように行われているかを知る上で大いに役立つものであった。

次に運転計画分野のC/Pを特定するよう2013年1月にPIU-Eに要請し、またUTY側代表者に現地研修の概要を説明した。その結果タシケントの本社勤務者のみでなく、対象区間を所掌するカルシ、テルメズからも10名ずつ参加させ、合計30名を対象とすることとなった。本プロジェクトのC/PはUTYの中でそれぞれ日常業務を持っており、現地研修に参加するためにはその業務から離れる必要がある。運転計画分野の研修は、毎週3日、午後2～6時という頻度で設定したため、どの程度の出席率が確保できるか当初は懸念したが、ジャラロフ部長の指導と、受講者の中から本邦研修参加者が選考されるというインセンティブが働いたため、特にUTY本社では高い出席率を確保することができた。

軌道整備計画、電気機関車整備計画についてもUTY側と協議の上受講者を選考したが、これらの

C/Pの研修参加は、各自の本来業務から離れて本プロジェクトの活動に参加するものであるため、これをウズベキスタン側の投入要素と位置づけることとする。

その他のウズベキスタン側投入として、執務室についてはUTY本社内に提供を受け、机等の備品類も提供された。専門家の活動に同行するC/Pの地方出張や現地研修参加者の交通費等については、日本側に負担を求められることはなかった。

日本側、ウズベキスタン側双方の投入要素を数量的に表したものが【表 2-21】と【表 2-22】である。

【表 2-21】日本側の投入

分野	専門家派遣	現地研修	本邦研修	現地再委託
運転計画	7.73 人月（三浦）	146 時間 Tk, K, Tm	6 日	
線形改良計画	5.54 人月（大段、山品）	58.5 時間 Tk		
軌道整備計画	4.87 人月（滝野）	39 時間 Tk, K, Tm	6 日	
	供与機材の調達手続き支援			
機関車整備計画	2.07 人月（船木）	36 時間 Tk, K, Tm		
測量	4.10 人月（堀内）			測量委託契約
共通事項	4.56 人月（岡本）			
	6.16 人月（飛田、石内）	専門家の活動に係る経費		

（注1） 現地研修の時間数は、各地で実施した研修時間の合計値を表している。

（注2） 現地研修実施地は、Tk タシケント、K カルシ、Tm テルメズ

（注3） 専門家派遣人月には、コンサルタント自社負担による派遣も含んでいる。

【表 2-22】ウズベキスタン側の投入

分野	C/Pの配置	現地研修への参加		本邦研修への参加
		延受講時間	平均受講時間/人	
運転計画	21 人	1,226 時間	58.3 時間/人	7 人延 42 人日
線形改良計画	4 人	147 時間	36.8 時間/人	
軌道整備計画	39 人	161 時間	4.1 時間/人	3 人延 18 人日
	供与機材の通関・引取り手続			
機関車整備計画	35 人	288 時間	8.2 時間/人	
共通事項	C/P活動に係る経費			
	執務室・研修室の提供、各種調整と許可取得等			

表の中で「C/Pの配置」の欄は、現地研修に参加した人数を表し、「現地研修への参加」の欄は、各研修日の参加者の累計参加時間数を表している。平均受講時間は延時間を人数で除した値である。「運転計画」については延参加時間が1,226時間に達し、1人当たりの平均受講時間は58.3時間に

なった。また「線形改良計画」のC/Pは4人であったが、1人当たりの平均受講時間は36.8時間であった。これに対し「軌道整備計画」と「機関車整備計画」の1人当たりの平均受講時間は、それぞれ4.1時間と8.2時間であった。

次に本プロジェクトの【成果：アウトプット】としては、PDMには以下の通り規定されている。

- (1) より効果的な運転計画策定のための提案書が作成される。
- (2) より効果的な軌道整正計画策定のための提案書が作成される。
- (3) より効果的な機関車整備計画策定のための提案書が作成される。

一般的に能力開発を目的とした技プロの成果としては、協力対象となる組織等のターゲットグループが「〇〇できるようになる。」という表現とすることが多い。本プロジェクトの場合、各分野それぞれのUTYの担当部署が「より効果的な計画を策定できるようになる」ことを目標とするのであれば、そのための提案書作成は、その過程であるとも考えられる。本プロジェクトは全体工期15ヶ月で計画されており、一般の技プロに比べて期間が短いため、自立して計画策定する能力を具備することまでを狙わず、その方向づけまでを目標としたと解釈することも可能である。

本プロジェクトの活動においてPDMに謳われている提案書という形の成果物が作られたかと言えば、必ずしもそのような体裁を備えたものはなく、現地研修で使用された教材と、線形改良計画の設計図面が形として残されたものである。但し、現地研修によりC/Pが知識と経験を得たことも、本プロジェクトの成果のひとつとして位置づけたい。更に各専門家が現地での情報収集とC/Pとの情報交換によって得たUTYの鉄道運営の現状を踏まえて、各分野について提言をまとめているが、これも将来の改善に向けての情報として、成果のひとつとして位置づけたい。

PCM手法の趣旨に則れば、これらの成果の達成度を測定するための基準値を予め評価指標として設定し、プロジェクト終了時にこれをもって評価することになるが、本プロジェクトのPDMの評価指標の欄には、各活動が実施されたか否かを指標として列記している。従って、C/Pがどの程度計画策定能力を習得したかという能力向上の成果を測定することはできなかった。

具体的成果として線形計画分野については、測量対象区間であるデカナバッド～ボイスン間の急曲線83箇所について、半径300m以上に緩和する改良計画を作成した。なお、現地の構造物等の状況から止む無く半径250mとした箇所を含んでいる。

これ以外の成果としては、現地研修を通じて各分野における効率的な運営方法等を、我が国で適用している事例の紹介を通じてC/Pが習得し、また日本とウズベキスタンの類似点と相違点を理解したことが挙げられる。

更に本邦研修に参加したことにより、現地研修で得た知識を、実際に視察によって体験し、或いは日本で実際に各業務に従事している技術者から、より具体的な手法を座学で習得したことも成果として挙げられる。

本プロジェクトでは、活動全般を通じて得たUTYの鉄道運営の現状を踏まえ、各分野で提言をまとめているが、C/Pの能力向上という成果が達成されたか否かの評価は、これらの提言を今後UTYが如何に実現していくかについて見極める必要がある。

2.7. 今後の方向性及び提言

本プロジェクトの活動を開始してから、ウズベキスタンにおける鉄道運営の現状について情報を収集し、我が国の運営方法との相違点と類似点を把握することができた。我が国の鉄道は、創業時には欧米の技術と運営手法を導入したが、その後我が国の地理的・文化的・社会的事情に合わせて改良を重ね、効率的な運輸機関としての現在の体系を構築している。一方、諸外国ではそれぞれの歴史的背景もあって、必ずしも我が国で適用している原則と合致しない場合もあり得るため、単に我が国の方式を導入すれば効率が上がるか否かは十分な検討が必要である。

本プロジェクトでは、各分野の専門家が主として日本の運営方式を念頭に置いて C/P に対する技術支援を行ってきたが、各分野で将来の UTY の運営方法改善に向けての提言を作成した。本報告書の中にも、その一部が記述されているが、2013 年 8 月 5 日に開催したプロジェクト完了会議の場で、UTY 側各分野の代表者向けに総括した形でこれらの提言を発表しており、それに準じた形で下記の通り記述する。

2.7.1. 運転計画

- (1) 現在のプロジェクト対象区間の鉄道貨物輸送量は年間 800～900 万トン程度と想定され、線路容量に余裕があるため、現状であれば現行の運転計画方式でも特に支障はないと言える。しかし将来、貨物と旅客の輸送需要が増加した際には、現在日本で行っているような運転計画手法を導入して、線路容量を最大限に活用する必要がある。その際には、UTY スタッフ自らが電化区間の運転計画を作成する必要があるが、今回のプロジェクトは期間も短く、運転計画の各段階の手法を実習したまでであり、実務的能力を備えるまでの十分な技術協力はできなかった。本格的な能力向上のためには、新たな技術協力プロジェクトを計画する必要があるであろう。その際には UTY として新たな計画手法を導入するという組織としての意思決定が必要である。
- (2) 現在ウズベキスタンで採用している乗務員運用・機関車運用の方法は、原則として機関車と乗務員の組合せが固定されていて、乗務員の交替と機関車の交替は同一の区間で行われているが、この方式では今後電化事業が完成して開業した際には、線路と機関車の能力を最大限に活用することできない。電気機関車はディーゼル機関車に比べて、高速で長距離を連続運転する性能を持っている。それを活かすためには、現在日本で導入しているような運用計画と機関車保守計画を UTY も導入する必要がある。

なお、日本における運用計画の基本事項については、本邦研修の日程の中で日本貨物鉄道株式会社（JR 貨物）の技術者による講義があり、ロシア語に翻訳された資料が研修員に配布されているが、要旨は以下の通りである。

- ① 車両や乗務員が、どの区間のどの列車で往復して基地に戻ってくるかの計画を行路と呼ぶが、車両運用行路の作成に当たっては、輸送条件、車両性能、地上設備、車両検査、駅構内作業体制等に留意する。
- ② 車両運用作成の第 1 段階として、使用する車種を決める。
- ③ 第 2 段階として車両性能と使用線区の条件から基準運転時分が決まり、列車ダイヤが作成される。これをもとに駅や車両基地の位置を考慮して車両運用行路を作成する。

- ④ 第3段階として車両運用行路をもとに車両運用順序表を作成する。この時に、定められた周期で検査を実施できるようにする。
 - ⑤ 全列車を運行するために必要な車両数が確認できるが、定期検査等のための予備車両を勘案し、必要車両数を最小化するように検討する。
 - ⑥ 乗務員運用行路を作成する。その際に継続乗務する時間や距離の上限、折返し地点での間合いを含めた1勤務の労働時間の上限、次の勤務までの間に確保する時間等の労働条件を考慮する。
- (3) 電化完成後も安全な列車運行を確保するための方策を継続して実施する必要がある。例えば、山岳区間を運転する機関士の運転技術向上のための訓練や、パンタグラフの架線からの離線事故を防ぐために、軌道の状態を良好に保つ整備等である。

山岳区間において長大貨物列車を牽引して運転する機関士には、加速・減速等に特殊な操作技術が必要となる。ウズベキスタンの鉄道は、本プロジェクト対象区間以外は平坦な地形を往くルートがほとんどであり、実車走行による効果的な機関士の訓練を行うことが出来ない。日本ではJR貨物の研修センターに電気機関車の運転訓練シミュレーターがあり、今回の本邦研修においても日程に組み込んだため研修員がその操作を実体験している。このシミュレーターは運転区間の運転室からの風景をCGにより作成するためオーダーメイドとなるが、UTYにおいてもこれを導入して訓練を行うことが望ましい。

2.7.2. 軌道整正計画（線形計画）

- (1) これまでUTYは対象区間の急曲線や複合曲線を解消するための軌道整正作業を実施しているが、今後も本プロジェクトで提案した線形改良計画を参考として、対象区間の急曲線を改良する工事を継続することを提言する。
- (2) これには、工事のための予算確保と時間が必要であるため、実現までに時間を要する場合は、プロジェクトで提案した「中間緩和曲線」を、複合曲線の間を保線機械を使って導入することを提言する。

2.7.3. 軌道整備計画

本文2.3.8.にも記述したが、軌道整備に関する提言は以下の通りである。

- (1) トラックマスターを活用することにより、効率的な軌道保守計画を策定することが可能となるとともに、整備作業の前後で同一区間を計測することにより、整備効果を簡便に評価することができる。この機材はJICAによって4台が供与され、既にプロジェクト対象区間に配置されているので、活用することを期待する。
- (2) 軌道検測車に現在位置を検知する装置を設置する。これは軌道検測車の検測結果を使つて的確な軌道保守作業を実施するために必要である。
- (3) PCマクラギにスラックを設定できる締結装置を導入する。
- (4) 保守作業が容易な踏切ブロックを導入する。
- (5) 縦断勾配変更点に標識を建植する。これは効果的な軌道保守作業や列車運転のために必要である。
- (6) 急曲線の危険個所に「脱線防止ガード」を設置する。設置場所は急曲線と急勾配の複合箇所で、

かつ周辺の地形上万一脱線事故が発生した場合に大事故になる恐れのある場所等、優先順位を勘案して設置する計画を策定することを提案する。

2.7.4. 電気機関車整備計画

- (1) 現在実施中の電化事業により、タシケント工場、テルメズ・デポ、カルシ・デポに対して、電気機関車部品の加工機械や試験機器類が導入される計画がある。これらに加えて、専門家によるタシケントの工場とデポや、カルシ、テルメズ、ダルバンドのデポの視察結果を踏まえ、各現場におけるいくつかの施設改良計画を提言する。（詳細の説明は本文 2.4.4. に記述している）
- (2) 日本では各機関車の検査の記録、部品交換の記録、走行キロ、今後の検査予定等の情報を、本社・工場・デポで同時に共有できる情報システムを構築している。UTY においても機関車整備の効率化と品質向上のために、その導入を提言する。
- (3) 現在ウズベキスタン形電気機関車の電子部品の修理は、ドイツのメーカーの技術者が実施しており、UTY の技術者にとってブラックボックスとなっているが、新たに導入される予定の新型電気機関車については、UTY の技術者が検査し修理できる方式にすることを提言する。

2.7.5. 今後の方向性

本プロジェクトの対象区間を含むカルシからテルメズまでの電化によって鉄道輸送能力は確実に向上する。しかしながら、電化によって期待される列車の牽引トン数増加やスピードアップに対応し、安全な列車運行を確保するためには、必要な対策を継続して実施していくことが求められる。そのために必要な対策として、軌道保守と機関車保守を改善し、更に乗務員の運転技術を向上するために、このプロジェクトはいくつかの提言をした。

本プロジェクトで紹介した列車運転計画手法や乗務員・車両運用計画は、現在の鉄道輸送規模であれば早急に導入する必要性は低いかもしれないが、将来鉄道の輸送需要が増加した時には、これに対応するために、適切な運転計画と適切な乗務員・車両運用計画の導入が求められる。

なお、8月5日に開催したプロジェクト完了会議の最後に、ジャラロフ部長はしめくくりの挨拶として以下の通り述べている。

UTY の能力向上のために本プロジェクトを実施してくれた JICA に感謝する。本日提言された改善策については既に UTY として着手している事項もあるが、提出されるレポートをよく読んだ上で UTY 幹部がその導入について検討することになる。プロジェクトによる提言は必ず反映したいと考えている。

本プロジェクトが終了した後も、JICA と UTY の関係を継続、発展させていただきたい。

現在実施中の電化事業は 2017 年に完成予定であるが、電化後に導入される電気機関車を運転する機関士をこれから訓練する必要がある。日本でも使用されている運転シミュレーターを、是非 JICA の支援によって導入したいので、検討していただきたい。

【表 3-2】活動実施スケジュール (2)

活動		2013								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Phase 1					Phase 2			
400	第2次現地作業 (第1フェーズ)	←→								
401	プロGRESS・レポート1の説明と協議	■	■	■	■	■				
410	軌道整正計画の立案・策定 (線形計画) ②									
411	線形改良必要性の検討	■	■	■	■	■				
412	線形改良計画 (第二次案) の作成	■	■	■	■	■				
420	軌道整備作業改善の検討②と、関係技術者への普及・啓発									
421	軌道整正計画作成、及び複合曲線、S形曲線におけるカントの分析・設定	■	■	■	■	■				
422	線路保守、運転関係規程類の分析と見直しの提言	■	■	■	■	■				
423	線路保守に係るセミナーの実施	■	■	■	■	■				
430	運転曲線図作成ソフトウェア活用による運転時分査定を通じた運転計画の策定									
431	電化輸送計画策定	■	■	■	■	■				
432	車両計画策定	■	■	■	■	■				
433	列車計画・運転設備計画策定	■	■	■	■	■				
434	運転計画シミュレーション研修の実施	■	■	■	■	■				
440	新線区間へ対応する電気機関車の整備計画策定									
441	運転計画から電気機関車に求められる機能・技術的要求事項の検討	■	■	■	■	■				
442	山岳区間仕様で調達される電気機関車の検査・保守に係る初期的提言	■	■	■	■	■				
450	機材供与手続き支援	■	■	■	■	■				
460	プロGRESS・レポート2の作成	■	■	■	■	■				
470	軌道整正計画及び電気機関車分野に係るラップアップセミナーの実施	■	■	■	■	■				
500	第3次国内作業 (第2フェーズ)						↔			
510	本邦研修の実施 (運転計画、軌道整備計画)									
511	研修の概要	■	■	■	■	■				
512	研修実施に係る業務	■	■	■	■	■				
600	第3次現地作業 (第2フェーズ)						↔			
610	本邦研修のフォローアップと自立支援	■	■	■	■	■				
620	プロジェクト完了報告会 (現地) の実施	■	■	■	■	■				
700	事業完了報告書 (ファイナルレポート) の作成	■	■	■	■	■				

3.2. 投入実績

(1) 専門家派遣 (7分野、9名)

総括 (1名) 4.56人月 (内コンサルタント負担0.13人月)

副総括/運転計画 (1名) 7.73人月 (内コンサルタント負担0.07人月)

軌道整正計画 (線形計画) (2名:途中交替) 計5.54人月

軌道整正計画 (軌道) (1名) 4.87人月

電気機関車 (1名) 2.07人月 (内コンサルタント負担0.07人月)

測量 (1名) 2.00人月

業務調整/軌道整正計画 (軌道) (補助) (2名:途中交替) 計6.16人月 (内コンサルタント負担2.66人月)

(2) 研修員受入 (2 分野、10 名、コンサルタント契約を含む)

山岳鉄道運転計画 7 名 2013 年 6 月 12 日～21 日

山岳鉄道軌道整備計画 3 名 2013 年 6 月 17 日～26 日

(3) 現地再委託契約

Boshtransloyiha 社との委託契約により、軌道中心線、縦横断測量、鉄道線形図面作成を実施

(4) 機材供与

コンサルタント契約の外枠で JICA が調達

a) Track Master PC+ Model KS5736 4 台 株式会社カネコ製 (東京で一般競争入札)

b) Ultrasonic Rail Fraw Detector Model Filus X27 2 台 Geismar 社製 (JICA ウズベキスタン事務所が現地調達)

Track Master については、メーカーの技術者によりタシケントにおいて 2013 年 6 月 17～19 日に操作指導を実施。6 月 20 日引渡し式実施。

3.3. 専門家派遣実績

本プロジェクトに派遣した専門家の構成を【表 3-3】に、最終的な要員計画実績表を【表 3-4】に示す。

【表 3-3】 専門家の構成

担当業務	専門家氏名	所属	時期
総括	岡本 茂	日本交通技術株式会社	
副総括/運転計画	三浦 良宣	日本交通技術株式会社	
軌道整正計画 (線形計画)	大段 孝	個人	2012 年 7 月まで
	山品 誠治	日本交通技術株式会社	2012 年 11 月以降
軌道整正計画 (軌道)	滝野 幸雄	個人	
電気機関車	船木 勝雄	日本交通技術株式会社	
測量	堀内 千冬	個人	
業務調整/軌道整正計画 (軌道) 補助	飛田 浩孝	日本交通技術株式会社	2012 年
	石内 紀也	日本交通技術株式会社	2013 年

【表 3-4】 専門家要員計画実績表

	担当業務	氏名	所属	格付	フェーズ1									フェーズ2					人・月 合計			
					2012年									2013年					現地	国内	自社	
					3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4				5
現 地 作 業	総括	岡本 茂	JTC	2			5/29-6/27 (30)	6/28-30			11/26-12/10 (15)	12/11	1/18-26 (9)	2/26-3/9 (12)	5/10-5/28 (19)	7/26-8/6 (12)	3.23		0.13			
	副総括/運転計画	三浦 良宣	JTC	3			6/1-7/16 (46)						1/18	3/8-3/16 (105)	5/9	5/11	7/2-8/6 (36)	6.23		0.07		
	軌道整正計画(線形計画)	大段 孝	個人	4			6/1-7/16 (46)													1.53		
	軌道整正計画(線形計画)	山品 誠治	JTC	4							11/12-12/11 (30)			3/1	5/29					4.00		
	軌道整正計画(軌道)	滝野 幸雄	個人	4			6/1-7/16 (46)				11/20-12/4 (15)			3/1	4/16-4/22 (85)	5/29				4.87		
	電気機関車	船木 勝雄	JTC	3							11/26-12/10 (15)	12/11			4/14-5/28 (45)	5/29				2.00		0.07
	測量	堀内 千冬	個人	4			6/1-21 (21)	7/11-8/30 (51)			10/9-11/28 (51)									4.10		
	業務調整/軌道整正計画(軌道)(補助)	飛田 浩孝	JTC	4			6/1-7/15 (45)				11/26-12/10 (15)									2.00		
	業務調整/軌道整正計画(軌道)(補助)	石内 紀也	JTC	4										1/15-29 (15)	2/26-3/12 (15)	3/13-6/1	7/19-8/2 (15)	8/3		1.50		2.66
																				29.46		2.93
国 内 作 業	総括	岡本 茂	JTC			4/11-5/2 (15)						12/13-21 (7)				6/13-21 (7)	8/12-20 (7)			1.20		
	副総括/運転計画	三浦 良宣	JTC			4/23-5/2 (15)	5/22-5/31					12/13-21 (7)				5/31-6/28 (21)					1.43	
																					2.63	

現地業務
 国内業務
 自社負担

3.4. 会議、セミナー等の実績

3.4.1. 第1回合同調整委員会（JCC）

本プロジェクトは、運転計画、施設（軌道）関係及び機関車関係と UTY 内でも複数の部門を対象とするため、各活動の円滑な実施に向け関連する部門からの代表者を選任して合同調整委員会（Joint Coordination Committee :JCC）を設置することを提案した。JICA 及び UTY 側と協議した結果、委員会の構成は【表 3-5】の通りとなった。

【表 3-5】 合同調整委員会の構成

役割	所属	役職	氏名
委員長	UTY	技師長	Mr. K. N. Khasilov
委員	UTY	電化 PIU 部長 (Project Director)	Mr. Djalalov F.S.
委員	JICA	ウズベキスタン事務所長	江尻幸彦
委員	UTY	建設投資管理部門の代表	Ms. Nazarova D.T.
委員	専門家	総括	岡本 茂
説明員	UTY	電化 PIU 次長	Mr. Narimov Rustam
説明員		必要に応じて指名	

2012 年 6 月 26 日に第 1 回 JCC を開催した。UTY 側からは PIU-E の部長、次長、投資部次長のほか、運転部門と軌道部門の代表者が参加、JICA からは江尻事務所長以下 4 名が参加した。委員長のハシロフ技師長は欠席し、ジャラロフ部長が委員長を代行した。

会議では、UTY 側（ナリモフ次長）からプロジェクトの背景と概要、岡本チームリーダーより第一次現地作業の実施概要と今後の作業計画を説明した。

今後の作業計画の説明の最後に第 2 次現地作業までに確認すべき事項として、各分野の UTY 側のカウンターパート（C/P）の特定と彼らが専門家と共同作業を行える手配と、供与機材を活用して専門家が指導できるよう機材調達スケジュールを確認する必要性を強調した。

3.4.2. 第2回合同調整委員会（JCC）とラップアップ・セミナー

業務工程に従って軌道整正計画（線形計画）、軌道整正計画（軌道）、電気機関車分野の活動は 2013 年 5 月末をもって完了するため、第 1 フェーズの活動内容と実績、並びに第 2 フェーズの計画を確認することを目的として、第 2 回 JCC を 2013 年 5 月 24 日に開催した。

更にこの機会を利用し、上記 3 分野の専門家の活動について報告し UTY 内でその成果を広く共有することを目的として、JCC に引き続いてラップアップ・セミナーを開催した。

第2回 JCC は UTY 本社大会議室において午前 11 時から開催され、委員長は UTYU ハシロフ技師長、委員としては JICA ウズベキスタン事務所鹿野所長、UTY 側プロジェクト責任者であるジャラロフ PIU-E 部長、専門家総括の岡本が出席、UTY 投資部からはズラエフ首席技師が代理出席した。

委員会はハシロフ技師長の挨拶、ジャラロフ部長のプロジェクト概要紹介の後、岡本チームリーダーが第 1 フェーズの実績と成果、並びに第 2 フェーズの計画についてプレゼンを行った。ハシロフ技師長とジャラロフ部長からコメントがあったのち、会場にいる UTY スタッフの中から、専門家の現地研修を受けた C/P 数名が感想を述べた。約 1 時間余りの会議は、委員長の閉会宣言で終了した。

引き続きラップアップ・セミナーに移り、軌道整正計画（線形計画）、軌道整正計画（軌道）、電気機関車の順で、第 1 フェーズ後半の技術指導活動の成果を発表した。

軌道整正計画（線形計画）は山品専門家が、本プロジェクトで実施した測量に基づいて作成したトラック・プロファイルを基に 83 カ所の線形改良計画を策定するまでの C/P との共同作業の結果を発表した。その後、C/P の一人であるバンコフ氏が自分のパソコンを使い、緩和曲線について学んだことを説明した。

軌道整正計画（軌道）は滝野専門家、電気機関車は船木専門家が、それぞれタシケント、カルシ、テルメズで UTY スタッフを対象に実施した現地研修の内容を説明した。

JCC とラップアップ・セミナーには、JCC 委員、JICA 事務職員、専門家の他に、UTY 各部署から 63 名が参加した。この日は三浦専門家が現地作業期間外であり、また運転計画分野の現地作業はフェーズ 2 にも続くためセミナーでのプレゼンは行わなかったが、UTY 運転関係の部署からは三浦専門家の現地研修を受けたスタッフも参加した。



【図 3-1】 第 2 回 JCC 及びラップアップ・セミナー

3.4.3. 運転計画ラップアップ・セミナーとプロジェクト完了会議

運転計画分野の活動全体を概観するラップアップ・セミナーは、2013 年 8 月 5 日（月）に UTY 本社大会議室において開催された。UTY 側はジャラロフ PIU-E 部長以下、運転関係部署のみでなく軌道施設関係、機関車運用部やタシケント工場からも含めて 24 名が参加した。また JICA ウズベキスタン事務所から鹿野所長以下 3 名が参加した。（2.1.6. に既述）

当日はこれに引き続き、プロジェクト全体の活動成果を総括し、今後への提言について意見交換等を行うプロジェクト完了会議を行った。会議では、まず岡本チームリーダーがプロジェクト全体のスケジュール概要を説明した後、本プロジェクトの「投入」と「成果」について説明し、最後に分野別の提言を発表した。その内容は、第2章2.6.2.「投入と成果」及び2.7「今後の方向性及び提言」に記述している通りである。

その後、運転計画、軌道施設、機関車整備のUTY 関連部署代表から提言内容について、既に導入を検討している、或いは今後検討したいとのコメントがあった。

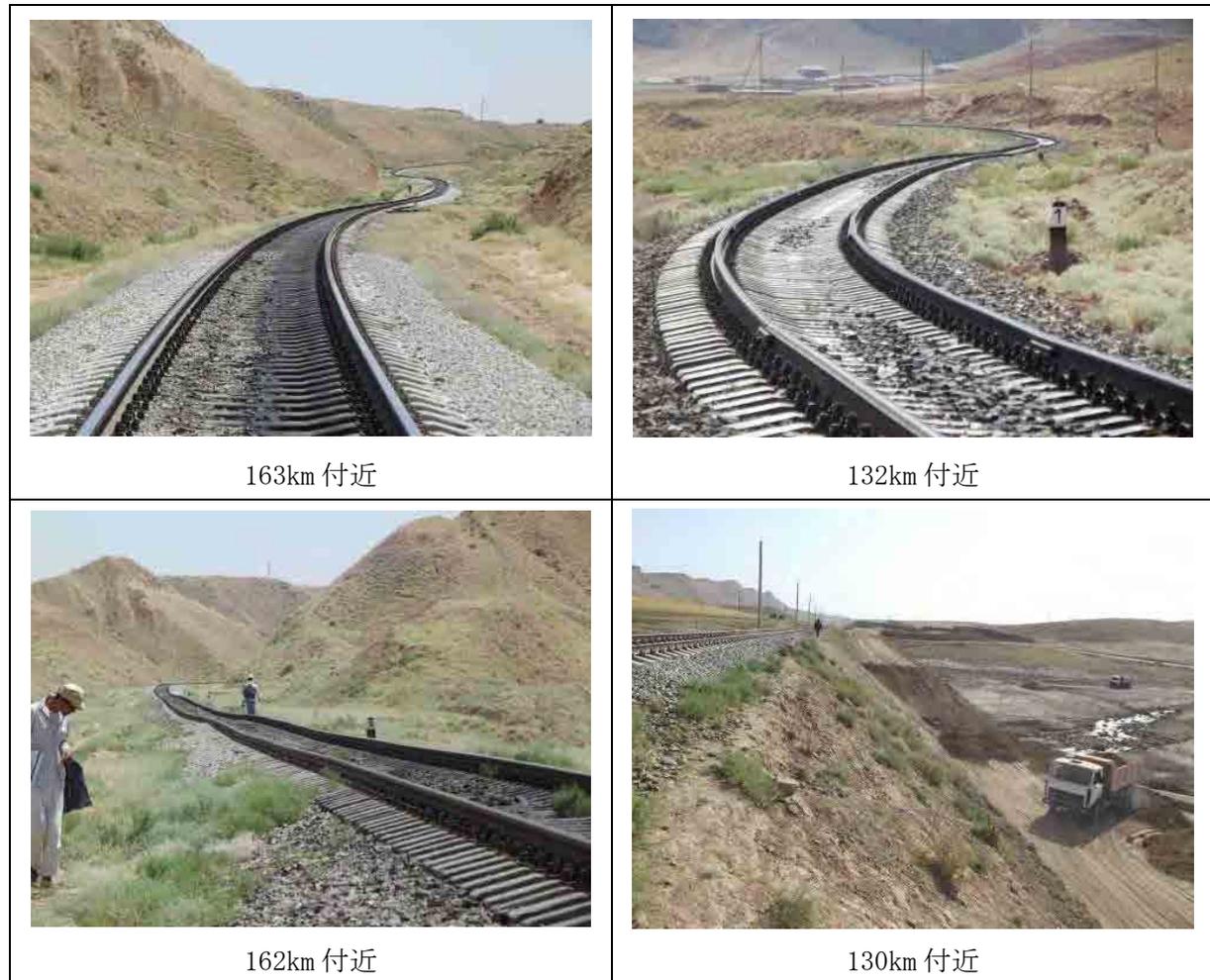
最後にジャラロフ部長より「UTY の能力向上のために本プロジェクトを実施してくれた JICA に感謝する。本日提言された改善策については既に UTY として着手している事項もあるが、提出されるレポートをよく読んだ上で UTY 幹部がその導入について検討することになる。プロジェクトによる提言は必ず反映したいと考えている。」とのコメントがあった。



【図 3-2】プロジェクト完了会議

【巻末資料】対象区間の軌道の現況写真（2012年7～8月に測量担当専門家が撮影）

左右の曲線が連続し、また路盤の沈下による軌道高低狂いが発生している。
特に高い盛土の区間では路盤の圧密沈下と谷側への横移動現象が見られる。



163km 付近（上）のように碎石を散布し保線作業を行った箇所もあるが、138km 付近（下）のように碎石量が不十分な箇所もある。UTY 自己資金による電化柱建植作業は既に一部区間で着工していた。

