

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

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
1.2. プロジェクトの対象	1-2
1.3. プロジェクトの目標	1-5
1.4. 業務実施の基本方針	1-6
1.5. 業務工程	1-8

第2章 プロジェクトの成果

2.1. 運転計画	2-1
2.1.1. 対象区間の鉄道の現状把握	2-1
2.1.2. 現地研修の概要	2-3
2.1.3. 現地研修の内容	2-6
2.1.4. 現地研修の成果	2-12
2.1.5. 本邦研修	2-14
2.1.6. フォローアップと総括	2-17
2.2. 軌道整正計画(線形計画)	2-18
2.2.1. 対象区間の軌道の現状把握	2-18
2.2.2. 線形改良計画(第一次案)の作成	2-19
2.2.3. 正確な軌道の現況把握のための測量	2-21
2.2.4. 測量調査	2-22
2.2.5. 線形改良計画の作成	2-24
2.3. 軌道整備計画	2-39
2.3.1. 対象区間の軌道の現状把握	2-39
2.3.2. 測量結果の考察	2-40
2.3.3. UTY による線形改良作業	2-41
2.3.4. トラックマスターの活用	2-44
2.3.5. 軌道保守関係規程類の分析	2-45
2.3.6. 軌道保守に係る現地研修	2-46
2.3.7. 本邦研修	2-48
2.3.8. 軌道保守に係る改善提案	2-52

2.4. 電気機関車整備計画	2-55
2.4.1. 対象区間の鉄道の現状把握	2-55
2.4.2. 電化に向けての準備	2-61
2.4.3. 現業機関の指導者層に対する現地研修	2-62
2.4.4. UTY 機関車検修体制に対する改善提案	2-73
2.5. 機材供与手続き支援	2-80
2.6. プロジェクト実施運営上の工夫、教訓	2-82
2.6.1. 当初計画から変更した活動内容	2-82
2.6.2. 投入と成果	2-84
2.7. 今後の方向性及び提言	2-88
2.7.1. 運転計画	2-88
2.7.2. 軌道整正計画(線形計画)	2-89
2.7.3. 軌道整備計画	2-89
2.7.4. 電気機関車整備計画	2-90
2.7.5. 今後の方向性	2-90

第3章 プロジェクトの実績

3.1. 活動実施スケジュール	3-1
3.2. 投入実績	3-3
3.3. 専門家派遣実績	3-4
3.4. 会議、セミナー等の実績	3-9
3.4.1. インセプション・レポートの説明と協議	3-9
3.4.2. 第1回合同調整委員会(JCC)	3-10
3.4.3. 第2回合同調整委員会(JCC)とラップアップ・セミナー	3-11
3.4.4. 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	3-12

付属資料

資料1 覚書(MOU)	Annex-1
資料2 第1回合同調整委員会(JCC)資料	Annex-18
資料3 第2回合同調整委員会(JCC)資料	Annex-24
資料4 ラップアップ・セミナー(2013年5月)資料	Annex-30
資料5 ラップアップ・セミナー(運転計画)資料	Annex-41

資料 6	プロジェクト完了会議資料	Annex-44
資料 7	線形改良計画図	Annex-50
資料 8	教材(本邦研修)	Annex-85
資料 9	往復書簡	Annex-112

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	1-2
図 1-2	対象区間の位置図	1-3
図 1-3	対象区間の線路縦断面図	1-3
図 1-4	業務工程(概要)	1-8
図 2-1	3TE10M 形機関車	2-1
図 2-2	貨物列車と旅客列車の走行風景	2-2
図 2-3	運転関係組織の概要	2-5
図 2-4	軌道現状調査の作業状況	2-18
図 2-5	線形改良必要箇所	2-20
図 2-6	測量作業前の現地踏査	2-21
図 2-7	測量作業項目と作業フロー	2-22
図 2-8	半径 300m未満の曲線位置	2-24
図 2-9	デカナバッド～ボイスン間の縦断勾配(全体延長 100.9km)	2-27
図 2-10	UTY における線形改良計画の流れ	2-28
図 2-11	現在線測量図(Track Profile)の一部	2-32
図 2-12	現地確認箇所	2-33
図 2-13	平面線形改良計画事例(1)	2-36
図 2-14	平面線形改良計画事例(2)	2-36
図 2-15	複合曲線の間接緩和曲線	2-37
図 2-16	バラスト交換作業の状況	2-39
図 2-17	トラックマスターの外観(1067mm ゲージ用)	2-45
図 2-18	PC マクラギ 3 号	2-47
図 2-19	軌道検測車 位置検知装置	2-53
図 2-20	スラック量可変タイププレート	2-53
図 2-21	脱線防止ガード	2-54
図 2-22	車両関係組織の概要	2-55
図 2-23	タシケント工場の視察結果	2-57
図 2-24	ウズベキスタン・デポの視察結果	2-58
図 2-25	テルメズ・デポの視察結果	2-59

図 2-26	テルメズ・デポ ダルバンド派出所の視察結果	2-60
図 2-27	カルシ・デポの視察結果	2-61
図 2-28	「TO-2」 検修庫の改善案	2-74
図 2-29	屋根上作業場	2-74
図 2-30	鍵(右端)	2-74
図 2-31	「TO-3・TP-1」 検修庫の改善案	2-75
図 2-32	在姿旋盤の床下の状況	2-76
図 2-33	電源供給装置	2-76
図 2-34	検修管理システム	2-78
図 2-35	供与機材の外観	2-81
図 3-1	第1回 JCC	3-11
図 3-2	第2回 JCC 及びラップアップ・セミナー	3-12
図 3-3	プロジェクト完了会議	3-13
表 2-1	現地研修日程の計画(運転計画)	2-4
表 2-2	現地研修参加者名簿	2-4
表 2-3	現地研修参加人数	2-5
表 2-4	現地研修実績(運転計画)	2-6
表 2-5	演習用輸送需要及び列車本数モデル	2-7
表 2-6	荷重曲線	2-8
表 2-7	シミュレータによる荷重曲線	2-8
表 2-8	荷重曲線	2-8
表 2-9	引張力曲線	2-8
表 2-10	運転曲線図(抜粋)	2-9
表 2-11	基準運転時分表(抜粋)	2-9
表 2-12	列車ダイヤモデル	2-10
表 2-13	機関車運用ダイヤ	2-10
表 2-14	線路容量比較表	2-11
表 2-15	ダルバンド駅構内作業基本計画	2-11
表 2-16	現地研修参加者の感想文(抜粋)	2-13
表 2-17	本邦研修参加者	2-14
表 2-18	本邦研修実績(運転計画) (1)	2-15

表 2-19	本邦研修実績(運転計画) (2)	2-16
表 2-20	半径 300m未満の曲線の緒元 (1)	2-25
表 2-21	半径 300m未満の曲線の緒元 (2)	2-26
表 2-22	軌道整正計画(線形計画)の C/P	2-27
表 2-23	現地研修計画(線形計画)	2-29
表 2-24	現地研修実績(線形計画)	2-29
表 2-25	線形改良計画の整備水準	2-31
表 2-26	曲線改良計画案の概要 (1)	2-34
表 2-27	曲線改良計画案の概要 (2)	2-35
表 2-28	半径 250m 以下の急曲線一覧	2-41
表 2-29	UTY による線形改良作業実績 (1)	2-42
表 2-30	UTY による線形改良作業実績 (2)	2-43
表 2-31	軌道検測車の測定結果による急曲線の位置	2-44
表 2-32	現地研修参加者(軌道保守)	2-47
表 2-33	本邦研修参加者(軌道整備計画)	2-49
表 2-34	本邦研修実績(軌道整備計画) (1)	2-50
表 2-35	本邦研修実績(軌道整備計画) (2)	2-51
表 2-36	本邦研修実績(軌道整備計画) (3)	2-52
表 2-37	電気機関車検査周期等	2-56
表 2-38	ディーゼル機関車検査周期等	2-56
表 2-39	山岳区間向け新形式電気機関車の緒元	2-62
表 2-40	現地研修計画(電気機関車整備計画)	2-63
表 2-41	研修教材の内容	2-64
表 2-42	主な研修教材(スライド)とその説明内容 (1)	2-65
表 2-43	主な研修教材(スライド)とその説明内容 (2)	2-66
表 2-44	主な研修教材(スライド)とその説明内容 (3)	2-67
表 2-45	主な研修教材(スライド)とその説明内容 (4)	2-68
表 2-46	テルメズ・デポにおける研修中の主な質疑応答内容(抜粋)	2-69
表 2-47	カルシ・デポにおける研修中の主な質疑応答内容(抜粋)	2-70
表 2-48	タシケント工場における研修中の主な質疑応答内容(抜粋)	2-71
表 2-49	ウズベキスタン・デポにおける研修中の主な質疑応答内容(抜粋) ..	2-72
表 2-50	タシケント工場における検査実績表	2-77

表 2-51 「KR-1」「KR-2」検査時の「検査計画/日」の算出表	2-77
表 2-52 日本側の投入	2-86
表 2-53 ウズベキスタン側の投入	2-87
表 3-1 活動実施スケジュール(1)	3-1
表 3-2 活動実施スケジュール(2)	3-2
表 3-3 専門家の構成	3-4
表 3-4 専門家の業務概要	3-5
表 3-5 専門家要員計画実績表	3-8
表 3-6 UTY 側からのコメントと対応策	3-9
表 3-7 合同調整委員会の構成.....	3-10

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	フィージビリティ調査 (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、高い物流コストを負担せざるを得ず、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「鉄道旅客輸送力増強事業(UZB-P2)」（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(UZB-P8)」（2004年調印）が円借款事業として実施されてきた。

「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、単線、非電化、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10%以上の縦断勾配区間や曲率半径600m以下の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。本プロジェクトにより派遣される専門家は、山岳鉄道に対応した運転計画、軌道整正計画、機関車整備計画に係るウズベキスタン鉄道公社(Uzbekistan Temir Yullari、以下UTY)の能力向上を支援し、将来の輸送需要に対応できる鉄道運輸事業実施体制の確立に寄与する。

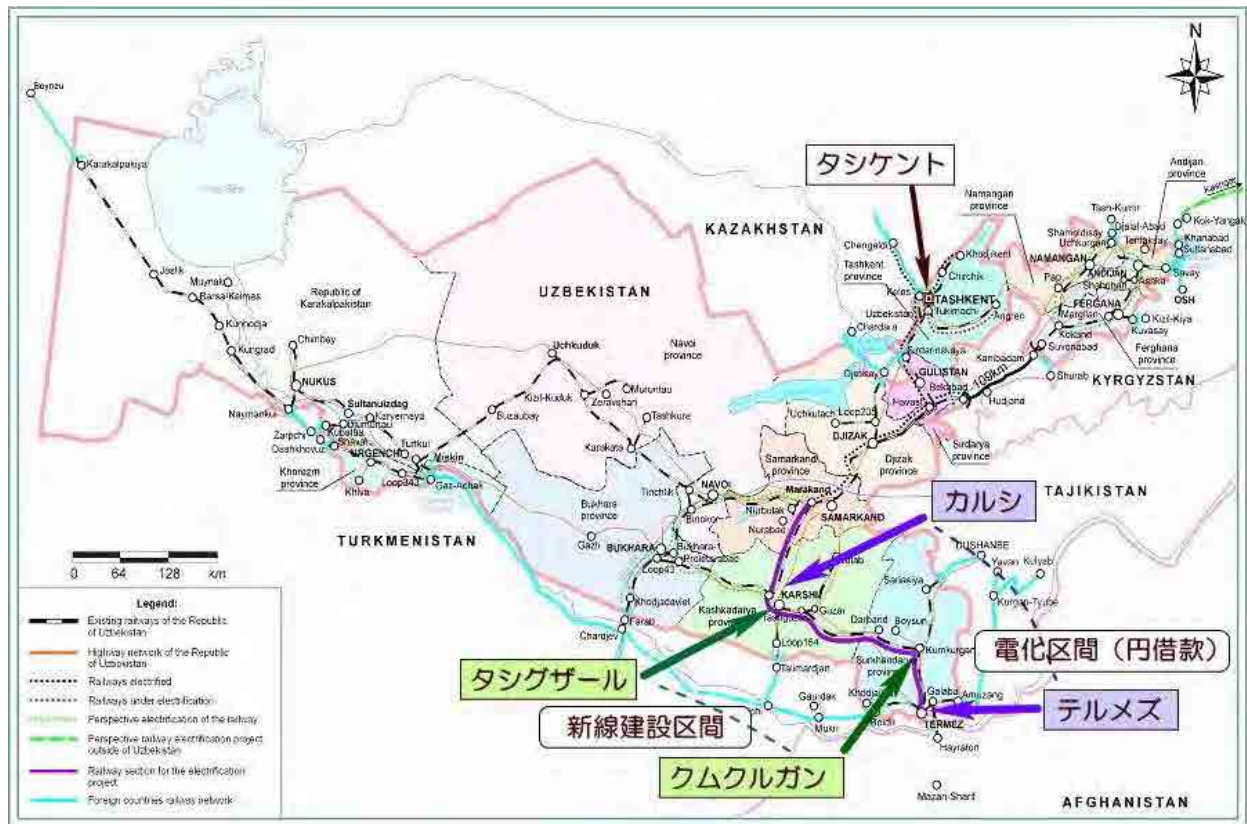
UTYは、1994年11月の大統領令No. PD-982により設立された鉄道会社である。その設立目的は、「ウ」国国内において安定的かつ安全な鉄道輸送を確保することであり、鉄道輸送の安全性の監督は政府に残されているものの、実質の鉄道輸送管理を一元的に実施している組織である。その後、2001年3月の大統領令No. PD-2815によって、UTYは100%政府が株式を所有する株式会社として再編された。

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グリア州テルメズ間の鉄道路線は、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」について、円借款による融資を決定した（UZB-P10：2012年2月L/A調印）。

また、カルシから北方へマラカンドまでの間の電化事業も ADB の融資により実施されており、この両電化事業が完成すると、既に電化されているタシケント～マラカンド間と接続されるため、隣国アフガニスタンの復興に寄与する物資輸送ルートが電化鉄道路線で繋がり、その輸送力が増強されることとなる。

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。

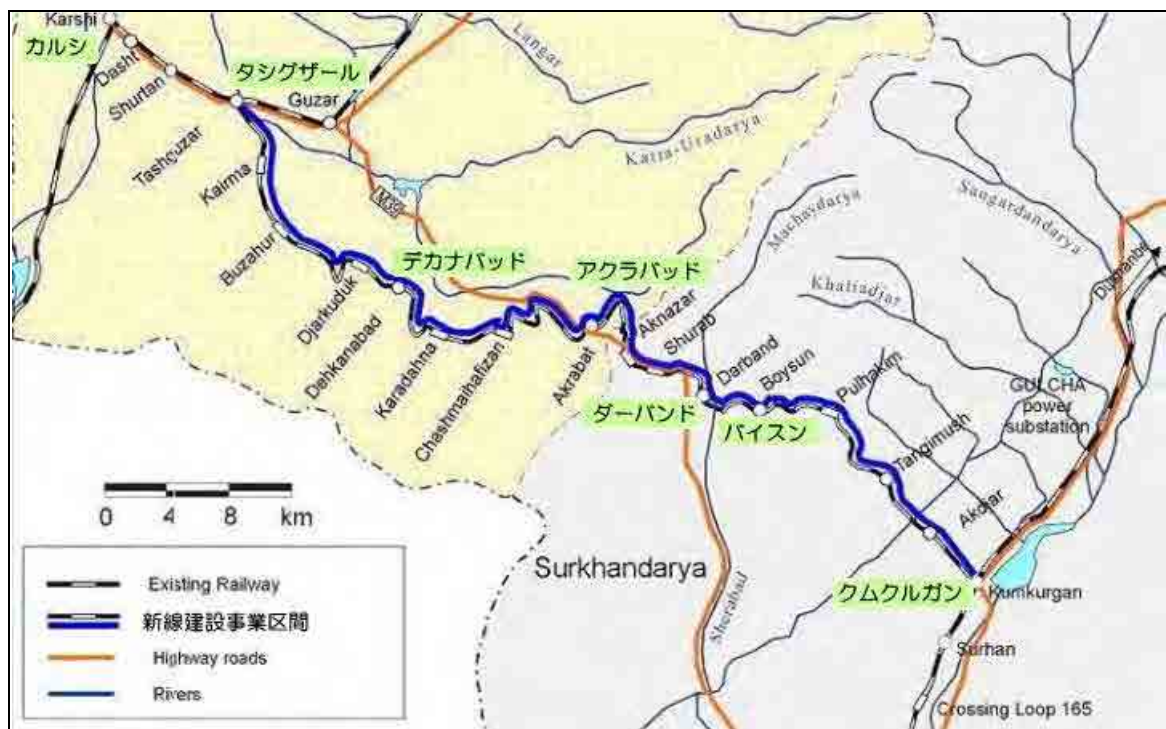


(出典：専門家派遣完了報告書)

【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

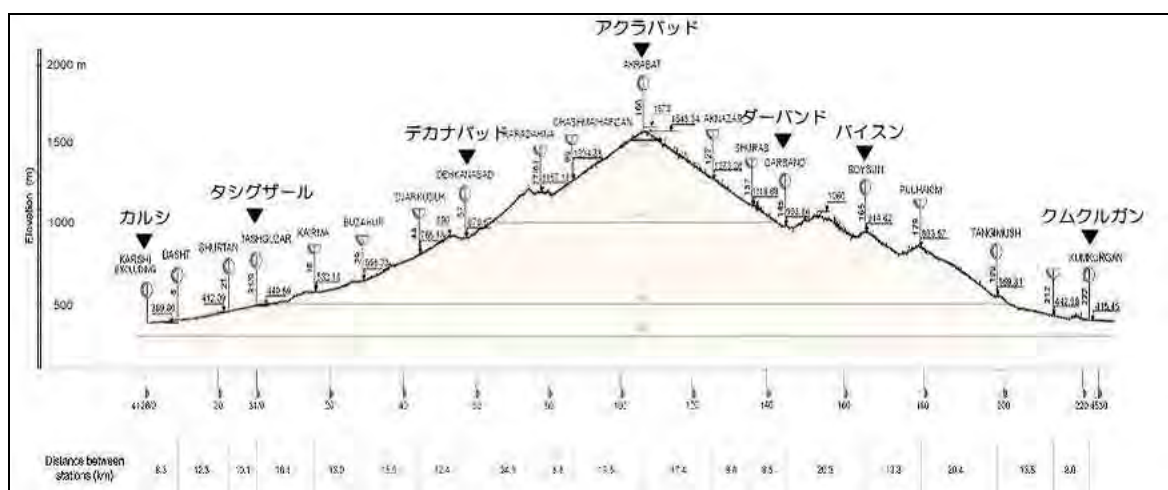
ウズベキスタンの鉄道網は、国内輸送や隣接国とを結ぶ交通機関としてのみでなく、国際物流のリンクを形成している。本プロジェクトの対象となる区間（タシグザール～クムクルガン）は、首都タシケントから南西に隣接国トルクメニスタンへと続く幹線（電化区間）からマラカンドにて東に分岐し、タジキスタンやアフガニスタン国境へと延びる幹線上にある。

カシュカダリア州とスルハング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、アクラバッド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、事業効果が充分に発現しない惧れがある

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、その枠組みについて UTY との間で協議を行った。その結果、2012 年 3 月 20 日に合意に達し、Project Design Matrix (PDM)、Plan of Operation (PO)を含む MOU に、JICA ウズベキスタン事務所江尻所長と、UTY ラマトフ総裁が署名交換した。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確実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。

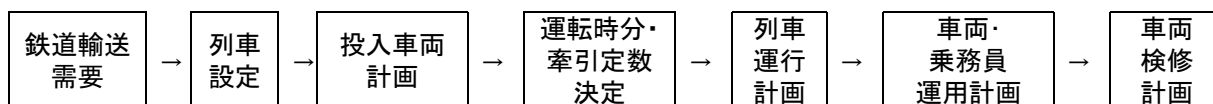
1.4. 業務実施の基本方針

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 (Train operation plan)」「軌道整備計画 (Track maintenance plan)」「機関車整備計画 (Locomotive maintenance plan)」の3分野で構成されていた。また、業務指示書の中で業務従事者(専門家)の構成としては、①総括/運転計画、②軌道整正計画(線形計画)、③軌道整正計画(軌道)、④電気機関車、⑤測定の5分野となっていた。

PDMで規定した3分野のうち、「軌道整備計画(Track maintenance plan)」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。この段階で、一列車で牽引できる貨物量が制限される結果、列車設定計画に戻って再検討する必要も生じる。

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。専門家の活動は、必ずしもこれら供与機材の活用を前提とはしていなかったが、現地作業の実施時期までに機材が納入されれば、同機材を活用して指導することが可能であった。

(4) **電気機関車整備計画**

対象区間の電化開業時には、現有電気機関車と新規に導入される電気機関車とによる列車運行が想定されるが、車両検修基地や工場においては、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については、円借款及びADBによる鉄道電化事業の範囲に含まれているが、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現在の施設・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。また対象区間で電化後に使用される車両の仕様を決定する過程において、適切な判断への助言を行うことも想定した。

これら4分野のアプローチには以下のような相互関連性がある。

- 運転定数決定作業の基礎となる運転曲線（ランカーブ）は、軌道の諸元を要素として決定されるため、線形の改良計画が運転曲線作成に影響を及ぼす。
- 新規に導入する電気機関車の性能は、対象区間の運転時分・牽引定数決定に影響を及ぼす。
- 電気機関車の仕様・構造によって軌道に与える負荷が異なり、保線作業に影響を及ぼす。
- 線路の線形（諸元）によって電気機関車に与える負荷が異なり、車両検修計画に影響を及ぼす。

従って、本プロジェクトで実施するアプローチは、単独でなく同時並行的に対処することが望ましい。

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。

	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）

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。軌道の線形を表すTrack Profileには、平面曲線半径と縦断勾配が明示されているが、2010年にJICAが実施した専門家派遣業務の際に、これら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。

測量作業の契約締結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の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。

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か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

UTY は旧ソ連の鉄道技術を基本に運営されてきたため、基準運転時分と牽引定数の関係（以下、速度定数）の考え方は日本と異なっている。速度定数の考え方の相違点を整理することは現地作業を効率的に進める上で重要な作業である。タシグザール～クムクルガン間の輸送・運転・設備計画策定のために下記の項目について現状把握を行った。

(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は作成されており山岳線である新線の牽引定数は3TE10M型機関車で2,200トンである。

列車は牽引定数表に基づいて組成されていることが確認できた。但し列車単位の牽引トン数は開示されておらず、第1次現地作業では現地及び輸送統計センターの資料を閲覧するにとどまった。調査の結果、各列車別の牽引トン数の実績は1列車当たり2,100トンで、牽引定数表との整合性は取れているものと思われる。



【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、組成駅で作成され、列車の機関士に交付された列車の編成表に記載された項目から、列車の連結両数は30～35両程度であった。

編成表には車両番号、軸数、車両重量は記載されていたが、車種及び積載品目は記載されていなかった。

調査の結果、すべての列車の重量は2,000トン～2,200トンの間に収まっており、牽引定数は順守されていることが確認できた。

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駅を経由し荷主の輸送依頼を受け計画される。需要に応じて列車運転が計画されるいわゆる発生主義である。ただし、列車ダイヤのパターンモデルはある。列車運転の手続きは、組成駅で列車の組成が完了した後に駅側から運転指令に列車運転を要請する。要請を受けた運転指令は列車の運行計画を作成し関係の駅、機関区に運転計画を指示伝達。指示を受けて関係する現場は機関車と乗務員を手配するなど運転を準備する、という手順で行われる。

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。今後輸送需要が増加した場合、速度と牽引定数及び運転計画を見直して山岳区間における輸送の改善を進める必要があるものと思われる



【図 2-2】 貨物列車と旅客列車の走行風景

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。

ウズベキスタン鉄道の機関車には記録式速度計が搭載されており、その記録チャートを解析した。解析した結果、実際の区間運転時分と計画ダイヤのパターンモデル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わたって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が考えられる。

なお、3TE10M 型機関車の 15%における 2,200 トン牽引の均衡速度は 25km/h であり、定格速度を下回らないことが確認できた。

(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

UTY は、中速鉄道 Talgo の導入に伴い 2011 年 1 月にロシア製運転時分査定ソフトウェア Ter Vsm を導入した。これまでに、ロシアから専門家を招聘し、同ソフトウェアに対する関係者への研修を実施後、UTY 列車運行部、運転指令所、機関車部、電力供給センター及び現地鉄道コンサルタント会社 2 社へ配布され、実務に活用されているとの情報があった。本プロジェクトでは、このソフトウ

ウェアを使用することを想定していたため、第1次現地作業の早い段階で、これが使用可能か否か調査した。

Ter Vsmの使用状況についてUTYとBoshtransloyiha社にインタビューしたところ、UTYでは同ソフトウェアを活用しておらず、同ソフトウェアを使用しているのはBoshtransloyiha社であり、同社がTer Vsmによって策定した運転計画をUTYに提供していることが判明した。

このことから、UTYの運転計画担当は、基本的な運転理論は知識としてもっているものの、それを運用してコンピュータソフトを駆使する環境にないことが考えられる。

従って、UTYの関係職員に対する研修内容は修正のうえ、山岳線における運転計画策定と山岳線の降雪時の雪害対策、異常時の列車運行管理等などのケーススタディを通じて、日本製簡易版コンピュータソフト用いた実務的な研修を実施する方向で検討することとした。

(3) 現状の輸送計画上の問題点の把握・整理

UTYは山岳鉄道運行の歴史はそれほど長くない。ディーゼル機関車も平坦線で使われていた機関車を一部改造し投入している。

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、基準運転線図は調査団側で作成することとし、データを収集整理した。また、比較モデル作成のために電化後に導入されると思わ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にデータを入力した。

(4) 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ごと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ごと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を対象とした現地研修を実施した。研修の対象者について1月22日にPIU-Eジャラロフ部長と協議した結果、タシケントの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。また研修の時間帯は、タシケントにおいては原則として週3日、午後2時～6時とした。この時計画されたスケジュールを【表2-1】に示す。

【表 2-1】現地研修日程の計画（運転計画）

研修内容	日程	時間数
タシケント		(60)
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, 25, 27, 3/1	24
運転曲線、列車ダイヤ、運用計画他	3/25, 27, 29, 4/1, 3, 5	24
カルシ		(60)
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	3/4-7	24
運転曲線、列車ダイヤ、運用計画他	4/8-11	24
テルメズ		(60)
輸送計画概論	2/14, 15	12
速度定数、車両運用、乗務員運用、運転設備	3/18-21	24
運転曲線、列車ダイヤ、運用計画他	4/15-18	24

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			
	Hamzaev 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
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			機関士	カルシ～サマルカンド間の機関車運転
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

研修日程は【表 2-3】に示す通り、カリキュラムを3段階に分け、まず「輸送計画概論」を地区ごとに実施、その後第2段階、第3段階をやはり地区ごとに実施した。カルシ及びテルメズにおける研修では、初日は参加者が多かった。これは非関連部門の職員も参加したためであり、研修内容がわかった時点で参加を取りやめる職員が出たため、2日目から研修参加者は激減した。

地区別の研修参加人数を、それぞれの段階の初日の人数のみ示したものが【表 2-3】である。

【表 2-3】現地研修参加人数（運転計画）

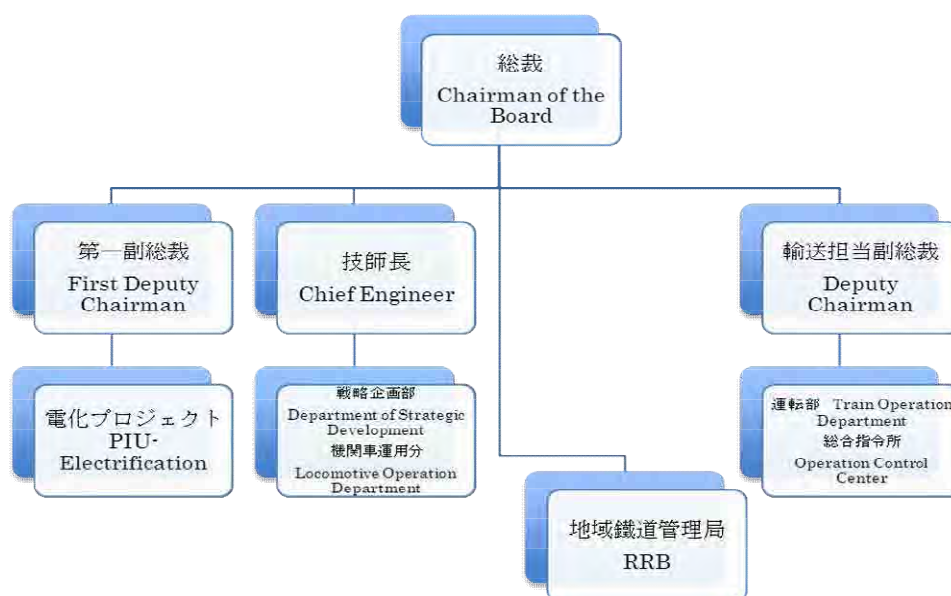
研修地	第1段階初日	第2段階初日	第3段階初日
タシケント	11（内1名はPIU-E）	10（内1名はPIU-E）	10（内1名はPIU-E）
カルシ	12（内1名はPIU-E）	8	6
テルメズ	15	4	4

各研修員が所属する職場の組織的位置づけは【図 2-3】の通りである。

UTYにおける運転関係部署のうち電化プロジェクトについては第1副総裁が所管し、技術部門及び戦略企画部を技師長が所管する。戦略企画部はUTYの技術企画、技術基準策定、海外交流等を担当している。列車の運行関係は輸送担当副総裁のもとに貨物輸送、総合列車指令所、特殊車を含む貨車運用、国際貨物輸送等を担当している。

各地域鉄道管理局（RRB）は、総裁以下を構成員とした理事会が直接管轄している。

研修参加者は鉄道大学及び鉄道カレッジの卒業生で、大学院で修士を取得した研修員も居り、列車運転に関する基礎知識は十分持ち合わせており、技術レベルが高いことが分かった。



【図 2-3】運転関係組織の概要

研修日程のうち速度定数の科目（第2段階）以降については当初、カルシ及びテルメズにおいて1回につき4日間かけて実施する計画であったが、両地区の参加者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ため、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。日程の短縮による指導項目への影響は見られず、当初の目的は達成できたものとする。

各地区とも研修終了時点で参加者から感想文を提出させた。

研修日程は上記の通り若干の変更があったため、各地区の研修実績は【表 2-4】の通りとなった。

【表 2-4】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

本プロジェクト第2フェーズで2013年6月に実施する本邦研修への参加者は、現地研修の参加者の中から専門家が選考しUTY側に推薦する旨、PIU-Eと合意していたが、A2-3フォームの提出等受入手続きのタイミングもあるため、3月末時点で専門家が7名を選考し、プロジェクトからUTY宛のレターで推薦した。これについては後述する。

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、前述の通り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

UTYは対象路線の電化事業を実施している。この電化計画は増加が見込まれる輸送需要に対応する輸送力増強を目的とするが、鉄道が輸送需要に的確に対応し輸送効率を高めるために、まず輸送量等を検討し、適切な輸送計画を策定する必要がある。

輸送計画を策定するための準備として以下の作業を実施した。

- ①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。
- ②輸送量から貨物列車 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。

上記作業を実施するにあたり、輸送する貨物の形態をコンテナ、オイル、建設資材、農産物、その他に分類し、種別別の輸送量を【表 2-5】に示すように設定した。

但し、これらの輸送量は演習を実施するためのモデルとして設定したもので、根拠のあるデータから抽出したものではない。またクムクルガンからタシグザール方向で貨物種類が空欄の貨車は燃料輸送の回送車である。

【表 2-5】 演習用輸送需要及び列車本数モデル

貨物種類	タシグザール～クムクルガン						クムクルガン～タシグザール							
	輸送量 (ton)		コンテナ数 個/40ft	所要貨車数 (両/日)	総重量	列車 本数	牽引定数 2200	輸送量 (ton)		コンテナ数 個/40ft	所要貨車数 (両/日)	総重量	列車 本数	牽引定数 2200
	年間	日						年間	日					
Container	2,000,000	6944.4	174	174	10,417	4.7	2,000,000	6,944.4	174	174	10,417	4.7		
燃料	2,000,000	6944.4		116	9,259	4.2		0.0		0	0	0		
建設資材	2,000,000	6944.4		116	9,259	4.2		0.0		0	0	0		
農産物	1,000,000	3,472.2		58	4,630	2.1	1,000,000	3,472.2		58	4,630	2.1		
その他貨物	1,000,000	3,472.2		58	4,630	2.1	1,000,000	3,472.2		58	4,630	2.1		
		0.00		0	0	0		0.0		116	2,320	1.1		
		0.00		0	0	0		0.0		0	0	0		
	8,000,000	27,778.0	174	521	38,194	17	4,000,000	13,889.0	174	405	21,996	10		

(2) 車両計画策定

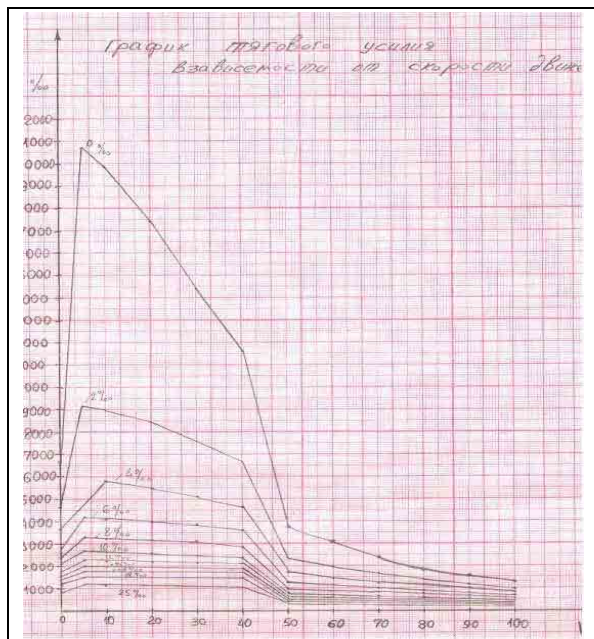
上記(1)で策定された輸送計画に基づき具体的な運転計画を策定するが、その前提条件となる対象路線で使用する機関車に求められる性能を分析し、その路線に適合した車両の運用計画及び検修計画を策定する。本プロジェクト対象区間の電化運転時に使用する新形式機関車は、UTY が既に中国のメーカーに発注しているが、その性能の詳細が不明なため、同等の出力を持つと想定される日本の EF500 型機関車の性能曲線を参考に、UTY 機関車部の機関車担当技術者が引張力及び勾配別牽引力を計算し、荷重曲線を作成した。その結果を【表 2-6】に示す。

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。その結果を【表 2-7】に示す。

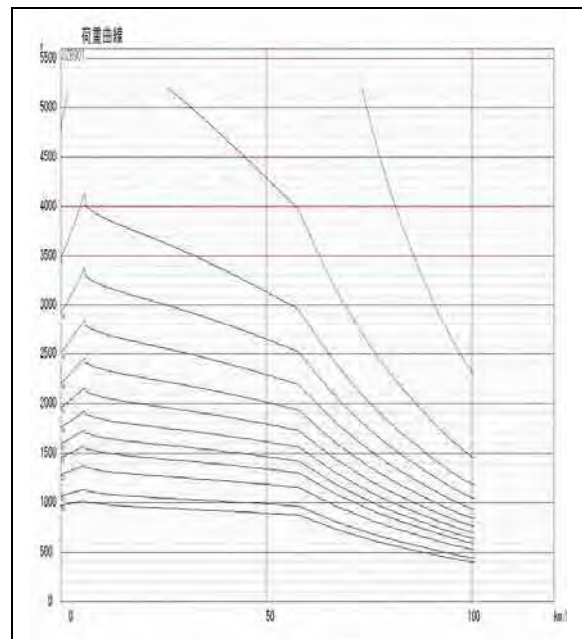
分析の結果、C/P が作成した荷重曲線、及びシミュレータによって作成した荷重曲線とも、UTY が新形式電気機関車に求めている条件の、上り勾配 18‰において機関車 2 両で 3200 トン牽引の均衡速度 53km/h をクリアしていることが確認できた。

この結果をもって、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。

【表 2-6】 UTY 担当者が作成した荷重曲線



【表 2-7】 シミュレータによる荷重曲線

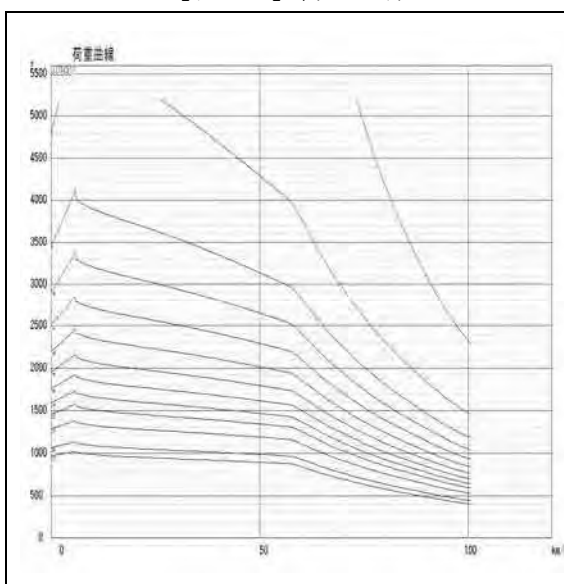


(3) 列車計画・運転設備策定

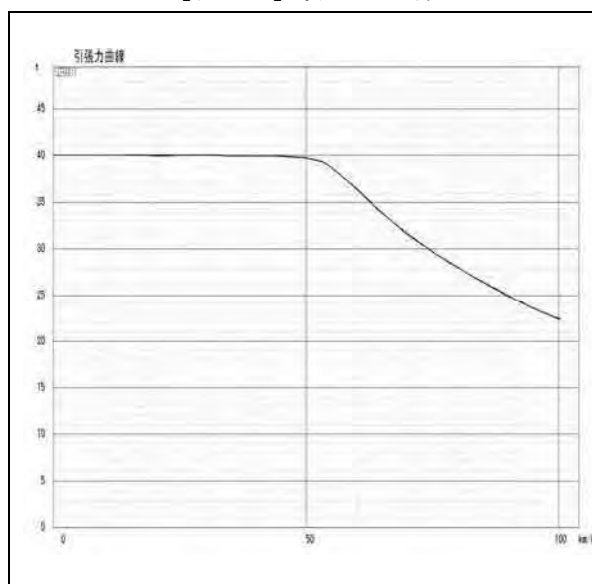
列車計画・運転設備計画は、様々な運転条件を与えて作成された運転曲線と密接な関係にあり、その運転曲線作成は手作業では相当の作業量になる。そのため、必要な運転条件を入力した運転曲線作成ソフトウェアの活用が必要となる。ここでは下記の作業を実施し、列車計画及び運転設備計画を策定した。

- 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。その結果を【表 2-8】及び【表 2-9】に示す。

【表 2-8】 荷重曲線



【表 2-9】 引張力曲線



- 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。その結果を【表 2-10】に示す。
- なお、当初計画では、本プロジェクトにより実施する測量結果に基づいて作成された対象区間の軌道の現状データ（曲線半径や縦断勾配）を使用する予定であったが、測量作業が遅れ本作業に間に合わなかったため、UTY が保有する既存の Track Profile から古いデータを使用した。

【表 2-10】 運転曲線図（抜粋）



- 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。その結果を【表 2-11】に示す。

【表 2-11】 基準運転時分表（抜粋）

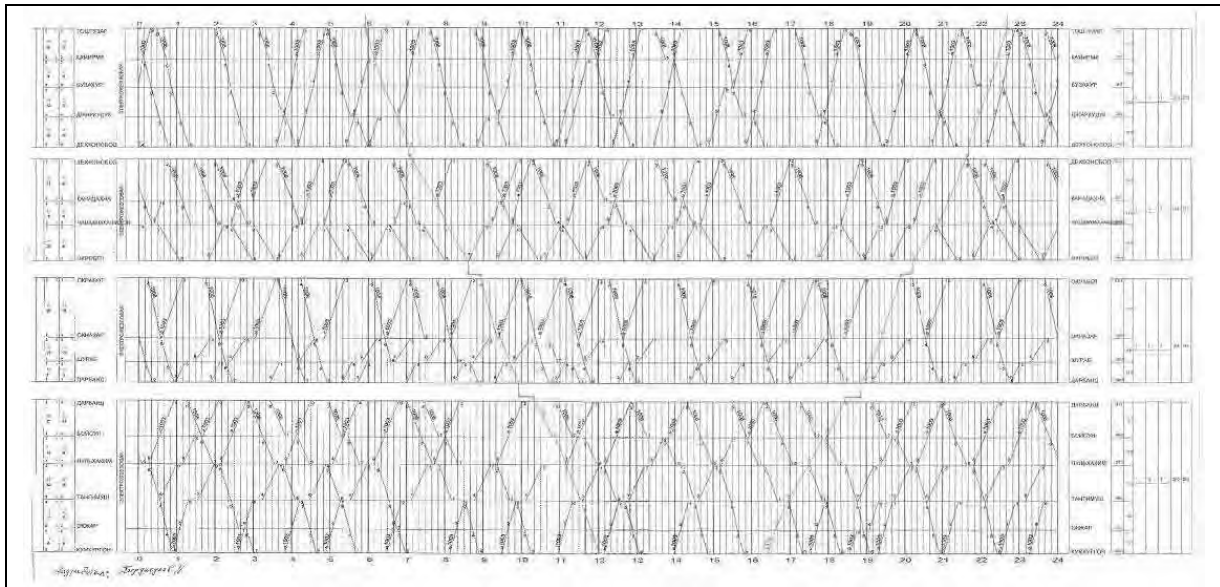
運転時分一覧表

(1)UZB901 タシグザール～アクラバッド
列車(1)

駅名	距離 (m)	通過時分	駅間時分	基準時分	基準時分計	停車累計	駅間 (km/h)	平均 (km/h)
タシグザール	0							
カイルマ	16,391	0:11:32	11:32	12:00	12:00	12:00	85.3	85.3
ブザフル	29,046	0:19:43	8:11	8:30	20:30	20:30	92.8	88.4
ジャルクドゥク	44,684	0:32:45	13:02	13:30	34:00	34:00	72.0	81.9
デカナバッド	57,184	0:43:43	10:58	11:00	45:00	45:00	68.4	78.5
カラダフナ	80,980	1:05:41	21:58	22:00	1:07:00	1:07:00	65.0	74.0
チャシュマイハフィザン	90,010	1:14:41	9:00	9:00	1:16:00	1:16:00	60.2	72.3
アクラバッド	109,623	1:38:43	24:02	24:30	1:40:30	1:40:30	49.0	66.6

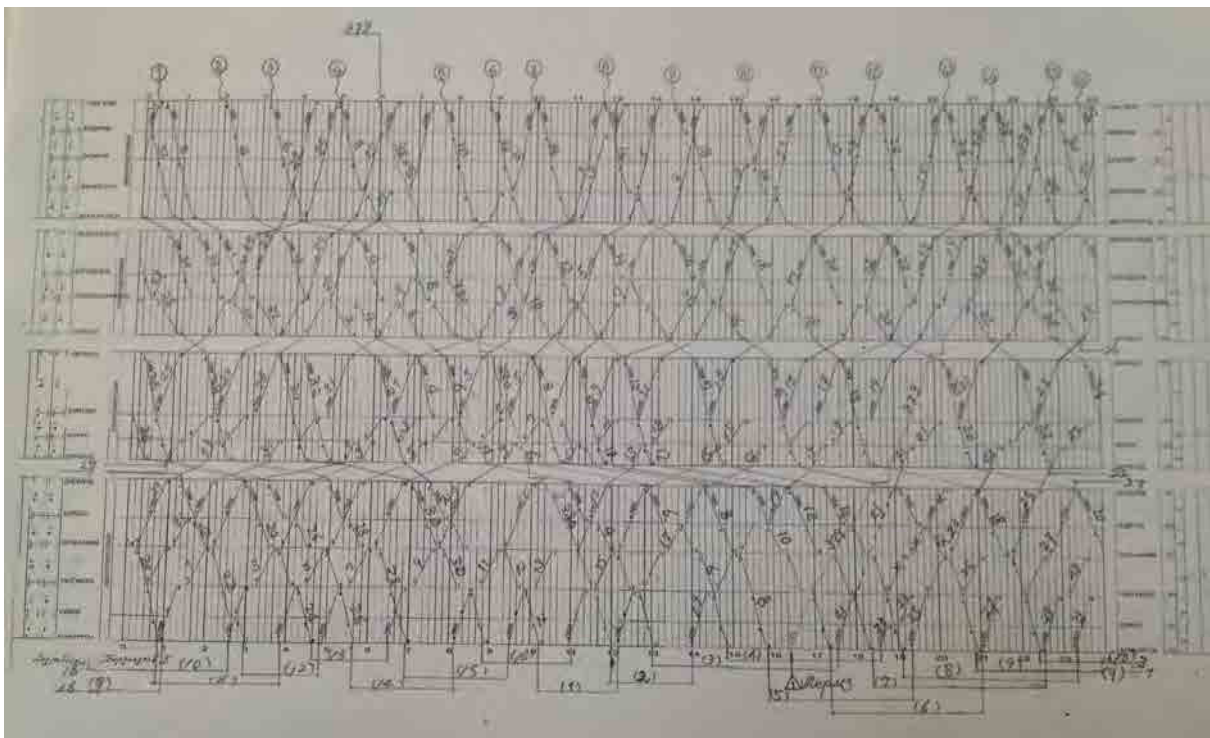
- ⑥ 基準運転時分を基に UTY が使用している列車ダイヤ作成システムを使用して、同区間の列車ダイヤを作成した。その結果を【表 2-12】に示す。

【表 2-12】列車ダイヤモデル



- 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。その結果を【表 2-13】に示す。

【表 2-13】機関車運用ダイヤ



- 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

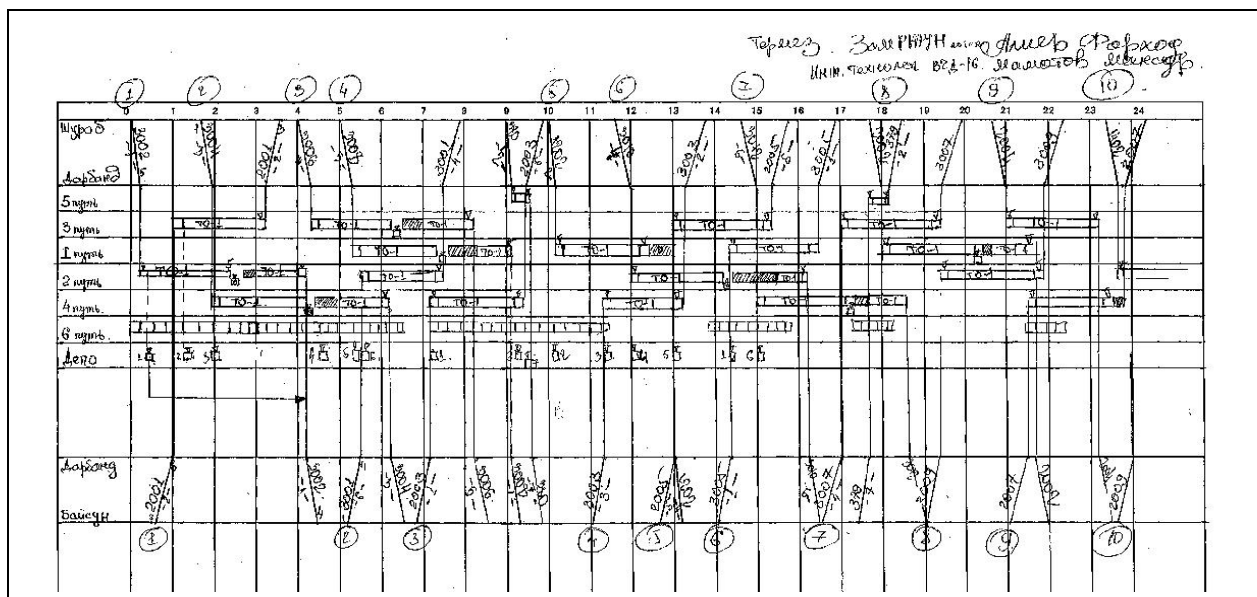
る作業と重複する部分があり、現場の混乱を避けるためにこれを線路容量の査定作業に切替え、線路容量比較表を作成させた（【表 2-14】参照）。更に、テルメズ地区のC/Pに、タシケント地区のC/Pが作成した列車ダイヤの実用性を評価させた。

【表 2-14】線路容量比較表

基準運転時分			UZB901	Km	最急 勾配 ‰	停車	速度	線路容 量 A	速度	線路容 量 B	列車本 数 C	- + A-C	- + A-B	
速度	停車	最急 勾配 ‰												
82.0	12.00	0.5	Tashguzar	16.4	7.7	10.30	93.7	62.8	13.4	73.4	54.3	34.0	20.3	28.8
86.7	8.30	14.8	Kairma	12.7	4.8	8.00	95.3	80.4	8.6	88.6	77.8	34.0	43.8	46.4
69.3	13.3	22.1	Buzahur	15.6	9.1	12.30	74.9	65.2	13.5	69.3	54.0	34.0	20.0	21.7
65.2	11.30	17.6	Djarkuduk	12.5	7.6	10.00	75.0	65.2	13.6	55.1	53.7	34.0	19.7	31.2
63.4	22.30	18.6	Dehkanabad	23.8	18.5	19.30	73.2	36.8	23.7	60.3	33.0	34	-1.0	2.8
56.8	9.30	18.5	Karadahna	9.0	10	8.30	63.5	75.1	11.8	45.8	60.4	34	26.4	41.1
48.0	24.30	20.4	Chashmai hafizan	19.6		22.00	53.5	33.6	30.3	38.8	26.3	34	-7.7	-0.4
54.3	19.00		Akrabad	17.2	18.4	21.30	46.9	38.0	26.7	38.7	29.6	34	-4.4	4.0
60.6	10.00		Aknazar	10.1	17.8	12.00	50.5	64.0	17.6	34.4	43.0	34	9.0	30.0
50.5	9.30		Shurab	8.0	18.5	9.30	50.5	72.0	13.2	36.4	55.0	34	21.0	38.0
59.7	20.30		Darband	20.4	18.6	9.30	50.5	72.0	13.2	36.4	55.0	34	21.0	38.0
52.6	15.30	16.7	Boisun	20.4	18.6	20.30	58.5	37.6	24.1	50.8	32.5	34	-1.5	3.6
75.9	15.30		Pulhakim	13.6		17.00	52.6	46.1	18.3	44.6	41.5	34	7.5	12.1
84.6	9.30		Tangimush	19.6	18.3	17.30	75.9	45.5	22.8	51.6	34.2	34	0.2	11.5
56.5	8.30	6.8	Akja	13.4	18.4	10.30	84.6	69.1	12.5	64.3	57.6	34	23.6	35.1
			Kumkurgan	8.00	18.4	8.00	60.0	80.4	10.4	46.2	67.0	34.0	33.0	46.4

- ⑨ 次にテルメズ地区のC/Pにダルバンド駅構内作業基本計画を作成させた（【表 2-15】参照）。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 2-15】ダルバンド駅構内作業基本計画



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 2-3】及び【表 2-4】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。

今回の作業では将来導入すべき電気機関車を想定して検討してきたが、性能情報があれば現有の電気機関車やディーゼル機関車についても、上記作業を実施できることを研修で説明した。

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 2-16】の通りである。

【表 2-16】 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。UTY の発展とタシグザール〜クムクルガン間の電化に必要なたくさん のことを学ぶことができた。 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。 これらの事が解りやすく説明され、この研修全体が高いレベルで実施された。
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。 輸送計画策定のために、線路と駅の配置による輸送能力最大化のための代替案の検討を行った。機関士の運用は厳格にスケジュール管理されている。 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に入力すると運転曲線が作成された。 我々は新しい機関車の牽引能力をもとに、日本のソフトウェアを使って運転曲線を作成した。
6	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。また軌道の問題箇所を発見し、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。 三浦専門家による研修内容は大変興味深いものだった。このような研修は意見と経験の交換のために今後も頻繁に実施されるべきである。
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ます。
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。

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。これを踏まえ第 1 フェーズの作業では、基準運転時分と牽引定数策定のワークショップを立上げ、専門家の指導の下、UTY の担当技術者が作業を進めることが出来たものとする。

2.1.5. 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運転計画（理論と実践）及び輸送の実務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 3 名を軌道整備分野の研修に振り替え、運転計画は 7 名受入れることとした。

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 側と合意していた。JICA の受入手続きでは 2 ヶ月前までに候補者の A23 フォームが提出されることを標準としていたため、2013 年 3 月 29 日付のプロジェクト発 UTY 総裁宛のレターで、【表 2-17】に示す 7 名を推薦した。

【表 2-17】 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。こ

れは、日本では旅客列車のほとんどが電車化されていて、電気機関車を使用するのは貨物列車が中心であり、機関車の整備や運用計画等を実際に行うのは同社であることが理由である。

(4) 研修実績


研修は2013年6月12日(水)来日、13日午前のJICAブリーフィングに始まり、20日(木)の報告会をもって終了し、21日(金)に研修員は帰国した。

研修内容を日程に沿って示すと【表2-18】及び【表2-19】の通りである。

【表2-18】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 東京国際センター(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、JR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、JR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。研修員から貨物鉄道事業者の数、貨物鉄道ネットワークなどについて質問があった。
6/14 (金)	9:30 ～ 12:00	JICA TIC 日本交通技術(株) 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、すべての鉄道事業は国が定めた法律によってコントロールされていること、列車運行計画はダイヤによって管理されており、ダイヤは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。研修員から、日本の鉄道方式の種類、列車の種類等に関する質問があった。
	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、JR貨物の車両の標準耐用年数、検査の定義と種類、保全組織、JR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。研修員から、JR貨物の機関車の種類と両数、配置、運行区間などに関する質問があった。
6/17 (月)	9:30 ～ 11:30	新鶴見機関区	電気機関車検修施設の概況説明、現場見学
		伊藤国夫区長 他機関区管理職	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。
			

【表 2-19】本邦研修実績（運転計画）（2）

日	時間	場所、講師	テーマと概要
6/17 (月)	14:00 ～ 16:00	東京貨物ターミナル、 JR 貨物中央研修センター	コンテナ貨物ターミナルの施設概況説明、現場見学
		片柳博實東京(夕)駅長、 田邊中央研修センター主 任講師	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 ミュレータを体験した。
			
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 新居優グループリーダー	日本の貨物鉄道の運行計画—車両・乗務員運用計画 J R 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。研修員からは貨物列車の速度、牽引定数につ いて質問があった。また、講師からウズベキスタンの運用形態につ いて質問があり、活発な質疑応答が行われた。
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	研修報告会
		JICA 経済基盤開発・ 環境課 須原靖博氏 日本交通技術(株) 国 際部 岡本部長、三浦 調査役、CDN 小島敬子氏	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。

本研修の受入について、JTC は下記の業務を実施した。

- ① 研修員の人選及び応募書類（アプリケーション・フォーム）の取り付け
- ② 研修日程及びカリキュラムの作成
- ③ 研修講師及び見学先等の手配
- ④ 教材の作成
- ⑤ 講義・実習・見学の実施

研修日程の中で、当初計画では 18 日（火）午後に JR 東日本鉄道株式会社の東京支社輸送司令室（田端）を視察し、同じ場所にある JR 貨物の貨物指令も視察する予定であったが、最近では輸送指令室の視察許可を得ることが困難になってきており、今回も最終的に視察が許可されず、日程を修正することとなった。

研修終了時に提出されたクエスチョネアにおいても、今後追加すべき研修項目として運転指令所の業務や司令員の行動について記載した研修員が複数名いたが、今回の研修に組み込めなかったのは残念であった。

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。また UTY では、北部のフェルガナ地域とタシケントを結ぶ新線建設計画が着工し、多くの技術者がこのプロジェクトに動員され始めていたため、帰国研修員を同時に定期的に集合させることは困難な状況になっていた。

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。セミナーでは、C/P と専門家がそれぞれの立場で発表することとし、双方で確認しながら発表する資料を作成した。

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。

当日は、セミナーに続いてプロジェクト全体の完了報告会議を行ったため、上記発表に係る質疑やコメントは特になく、完了報告会議で運転指令長から本プロジェクトの成果についてのコメントがあった。

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. 軌道整正計画（線形計画）

2.2.1. 対象区間の軌道の現状把握

線形計画分野の活動を行うためには、現在の軌道の状態を正確に表す曲線半径や縦断勾配のデータが不可欠である。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。しかしながら UTY はその開示に躊躇し、現地作業開始後にレターで提供依頼をしても入手できなかった。2012年6月28日に UTY 本社軌道施設部（Track Facility Department）のチーフ・エンジニアに会った結果、ようやく改訂版の Track Profile を入手することができた。しかし BTC（緩和曲線始点）、BCC（円曲線始点）、ECC（円曲線終点）、ETC（緩和曲線終点）、BIT（中間緩和曲線始点）、BRT（反向緩和曲線始点）、EIT（中間緩和曲線終点）、ERT（反向緩和曲線終点）のキロ程や、TCL（緩和曲線長）、CL（曲線長）等の詳細な曲線のデータはなかった。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を手に入れたため、これとの照合による線形確認を余儀なくされた。この両資料を比較確認したところ、下記のような事実が判明し、精度確認の必要が認められた。

- ▶ キロ程に1 km 程度のずれがある。
- ▶ Track profile に単曲線で表示されている箇所、検測車の記録では大小の複合曲線が存在する所がある。
- ▶ 検測車の記録に連続して基準線にズレのあるところがある。また直線部で連続してカントがついている箇所がある。

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 弦の手計測による曲線半径の実測を行った（94km570～95km500 及び 95km795～96km175 の区間）。



【図 2-4 軌道現状調査の作業状況】

この地点（前半）の曲線半径は、UTY から入手した Track Profile では $R=301\text{m}$ 、現地の曲線標では $R=320\text{m}$ と表示されていたが、実測では $R=190\sim 257\sim 138\sim 141\sim 150\text{m}$ の複合曲線となっていることが判明した。即ち最急曲線は $R=138\text{m}$ であった。この結果によると、曲線の手計測形状は軌道検測車の記録とよく似ているので、これを活用できる。ただし検測車の記録の 20m 弦曲線半径の Versine から換算した曲線半径とは大きな差異があり実態に合わないため、その原因を精査する必要があった。

いずれにしても、Track Profile が軌道の現況を必ずしも正確に表していないことが判明したため、本プロジェクトで現地再委託契約により実施する再測量の必要性が認識された。

7月6日に踏査した現場において、曲線標、キロ程標は概ね整備されていたと認められるが、曲線標に記載されている半径・カント量は Track Profile の数値と一致していなかった。また勾配標やカント逡減標等は建植されていないことも判明した。

2.2.2. 線形改良計画（第一次案）の作成

2012年6月からの第一次現地作業では、UTY から入手した Track Profile をもとに、平面線形を図面上に再現する作業を行った。2,000t 級貨物列車（貨車両数で30両以上）が走行する中級線区にあって、本線上に半径 200m 以下の曲線や、複合曲線と急曲線が連続して存在する線形は通常許されない。さらに、6月11～14日に対象区間の現地調査を行った際に入手した曲線台帳によると、 $R=146\text{m}$ という急曲線が存在することになっているが、図面上で曲線を再現するとこれ以下の急曲線になっている可能性もあることが判明した。

これらの急曲線を一扫し半径 300m 以上の曲線とする線形改良工事を実施するには、片切・片盛の線形においては工事費が膨大となるため容易でないことが想定される。従って、妥協的な半径 250m 程度の単純曲線とする改良案をも想定せざるを得ない状況にある。

本プロジェクトにおいて線形改良計画を作成するための基となる軌道の現状データは、現地再委託による測量結果に基づいて作成される改訂 Track Profile を使用することとなるが、2012年7月前半までの第一次現地作業においては、UTY から入手した既存の Track Profile の情報を基に、測量の対象とするデカナバッド～ボイスン間で、線形改良を必要とする箇所17地点を特定した（【図 2-5】参照）。これは $R=300\text{m}$ 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。但し、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なる。なお、上記17地点の位置については PIU-E に報告した。

平面線形の再現に続き縦断勾配も確認した。Track Profile を確認したところ、排水用カルバートを設置した高い盛土区間で、縦断勾配が凹状になっており、建設後数年を経て圧密沈下を生じている可能性が想定される。

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 (Dehkanabad) からボイスン (Boysun) 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。なお当初は、運転計画作成のデータにも使用する予定であったが、測量作業の遅延により、運転計画の現地研修開始に間に合わなかったため、使用しなかった。

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、至急着手する必要がある「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た。

同専門家が7月に現地入りした後、UTYが51%出資する設計研究所であるBoshtransloyiha社(以下B社)と見積内容の確認と契約交渉を行い、7月末にPK1の契約を交わした。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」「鉄道線形図面作成」「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。

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する、(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である、(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月中旬に完了し納品された。

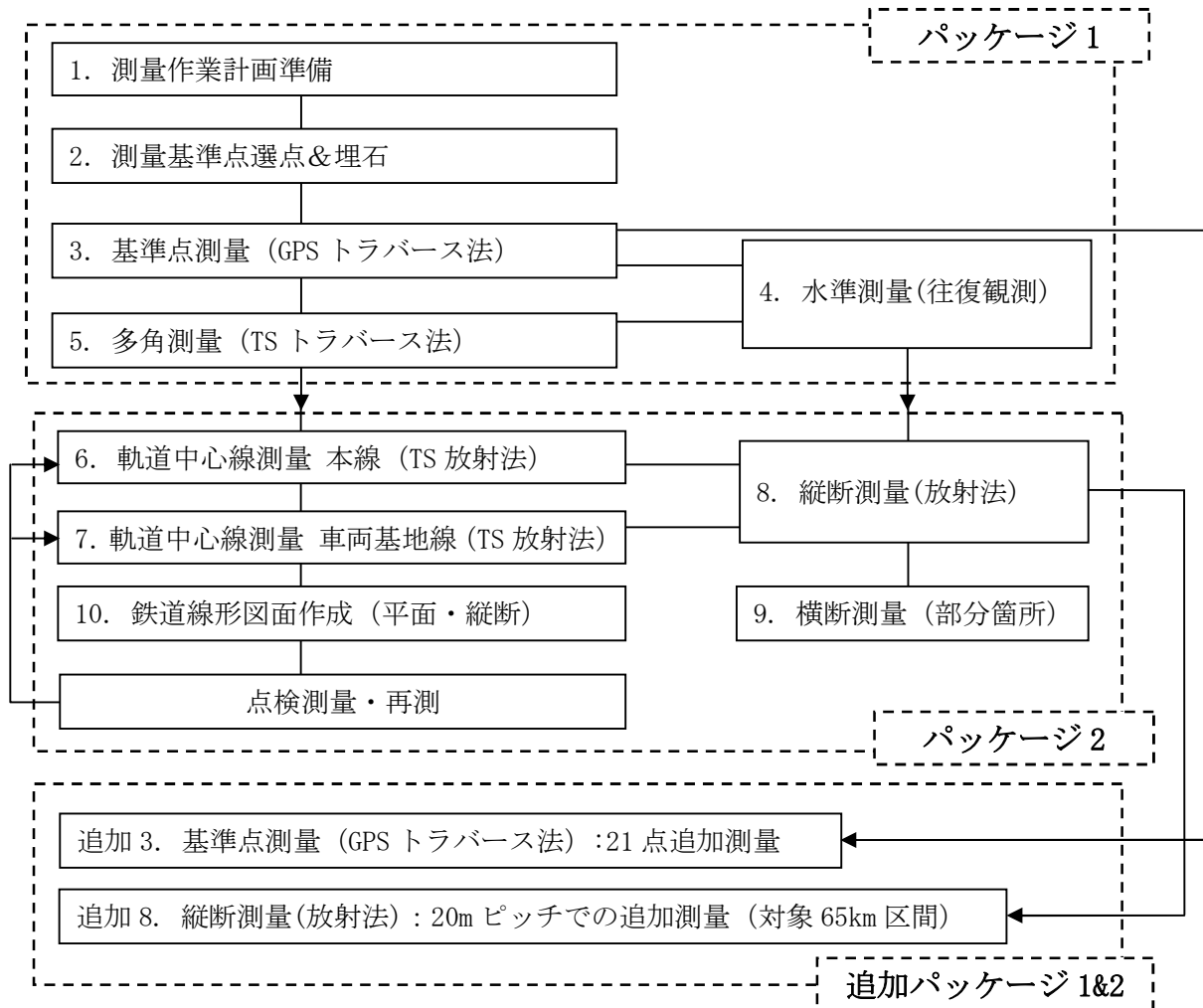
6の現地作業時に、機関車或いはモーターカーの運転室に添乗し、対象区間の軌道現況を目視/ビデオ撮影する計画を提案したが、UTYの承認が得られず実現しなかった。その後、測量分野の堀内専門家が7月から派遣された際に、測量対象区間(約100km余)を徒歩で確認し、100m間隔以上の頻度で軌道現況を写真撮影したため、撮影地点の現状を把握することができた。



【図 2-6】測量作業前の現地踏査

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。測量調査の目的は本プロジェクトに必要な既設線路軌道中心線の現況平面線形図及び縦断線形図を作成することである。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 2-7】に示す。



【図 2-7】 測量作業項目と作業フロー

この測量作業工程の主要作業方法を以下に示す。

3. 基準点測量 (GPS トラバース法)

既設の鉄道線路に沿って概ね 1 km に 1 点間隔で測量基準点を設置する。また各駅車両基地には少なくとも 1 点以上の基準点を設置する。この隣接する新設基準点間は相互視準可能な箇所を選び次の TS 多角測量に備える。

4. 水準測量

既設水準点から開始して GPS 基準点と TS 多角点に直接水準測量でジオイド高を観測する。

5. 多角測量 (TS トラバース法)

新設 GPS 基準点間で鉄道線路に沿い概ね 200m~300m に 1 点間隔で多角点を設置する。この点は次の既設軌道中心線測量 (放射法) の基点となる。

6. 軌道中心線測量 本線 (TS 放射法)

現況の鉄道線形の把握にはタンジェント部の交点 (IP) と平面曲線部の BTC、BCC、ECC、ETC 等の線形情報が必要であるが、現地には杭または印がない。このため、軌道中心線上を直線部は 100m、曲線部は 20m 間隔で測量して、既設線形の曲線主要点を探る際のデータとする。

7. 軌道中心線測量 駅車両基地線 (TS 放射法)

鉄道本線敷設状況を把握すると共に駅車両基地の線路敷設状況も把握しておく必要がある。駅車両基地線は本線から分岐する分岐器、側線から車両止めまでの軌道線形と、それに付随する施設を測定する。

車両基地 (デポ) 内の小さな曲線半径は分岐器部を除いて 2m~1m 間隔で観測する。分岐器部は始点と終点、また分岐器に隣接する小さな曲線半径部は観測間隔幅を小さくして始点、中間点、終点を含め観測する。

8. 縦断測量

既設線路に設置されている縦断線形を図面化する目的で、レール面高さを直接水準測量で測定する。平面曲線部でカントが敷設されている箇所は低い方のレール高を縦断線形の高さとする。測定する位置は軌道中心線を TS 測量で観測した位置で観測番号も同じくする。縦断測量の作業は TS 測量班と並んで同時に直接水準測量で観測する。

9. 横断測量

軌道整正計画により曲線改良の必要と想定される箇所や、施工基面幅が狭小な箇所等について改良工事の工事量把握のために横断面形状を測定し、横断面図面を作成する。測定箇所は契約時点では特定していなかったが、軌道整備分野の専門家が、将来線形改良工事が必要になると想定する地点を選定し、31 箇所 (50m 間隔で 200 測点) を特定して 12 月 3 日に B 社に指示した。

10. 鉄道線形図面化作業 (平面・縦断線形決定)

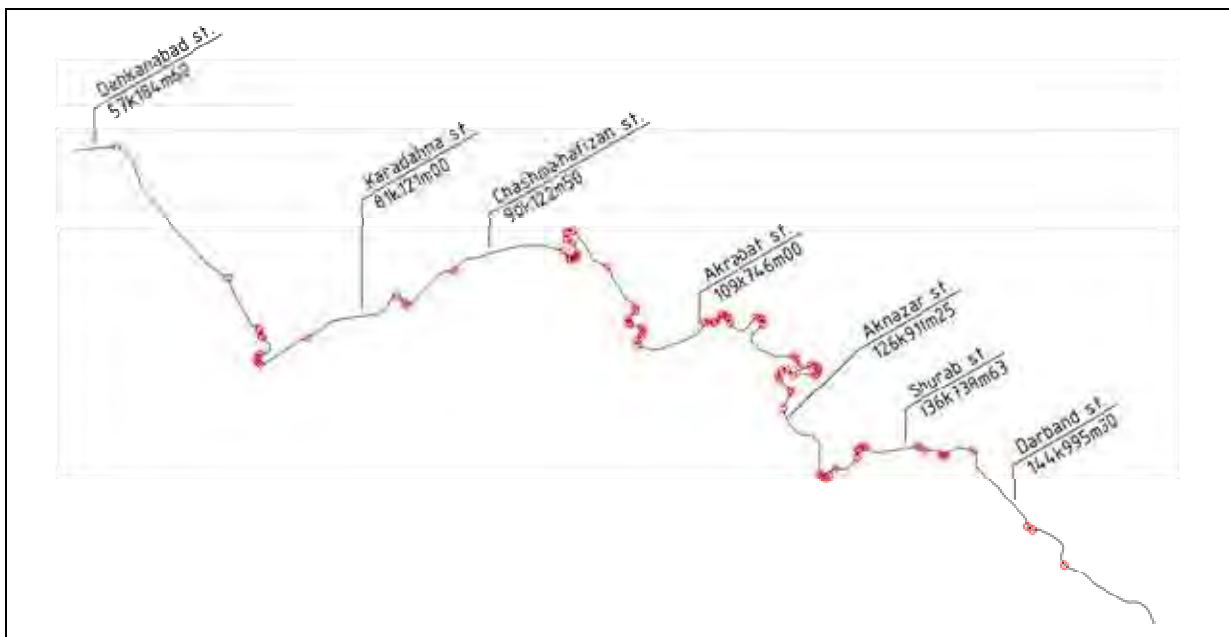
鉄道線形は、軌道中心線を観測した座標を AUTOCAD にデータ入力し、トライアルワークで現状の平面線形の近似値を探り図面化する。平面線形は直線部、曲線部とそれをつなぐ緩和曲線からなる。この各中心線の座標が曲線から大きく外れている状態で測量誤差があれば、現地点検測量でデータを確認する。

現況平面線形が確認できた後、その計算上のキロ程を使って縦断測量の高さを縦断図上に展開して現況縦断線形を図面化する。

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 2-8】に、その緒元を【表 2-20】及び【表 2-21】に示す。



【図 2-8】半径 300m未満の曲線位置

【表 2-20】半径 300m未満の曲線の緒元 (1)

No	Station	Chainage	Curve radius	Length
	Dehkanabad st.	57k184m00		
1		58K427M288955 to 58K503M884356	243.153994	76.595401
2		68K383M907384 to 68K521M666888	240.000000	137.759504
3		71K843M199898 to 71K891M555781	280.000000	48.355883
4		71K891M555781 to 71K933M525856	240.000000	41.970075
5		72K300M860787 to 72K375M338510	-250.000000	74.477723
6		72K389M671435 to 72K461M373189	-270.000000	71.701753
7		73K874M916983 to 73K987M659823	-240.000000	112.742840
8		74K095M523866 to 74K189M045817	-210.000000	93.521951
9		74K307M719175 to 74K331M484929	-165.000000	23.765753
10		74K465M083801 to 74K521M566718	-260.000000	56.482917
11		74K601M768340 to 74K699M190879	-260.000000	97.422539
12		77K721M391793 to 77K813M225115	-270.000000	91.833321
	Karadahna st.	81k091m10		
13		83K559M289164 to 83K685M016111	200.000000	125.726947
14		84K175M771695 to 84K230M336998	-240.000000	54.565304
15		84K338M638900 to 84K495M722541	-275.000000	157.083641
16		87K766M818262 to 87K879M064415	-250.000000	112.246153
	Chashmahafizan.st	90k122m50		
17		94K405M600071 to 94K474M561477	240.000000	68.961407
18		94K949M371379 to 95K059M145688	-230.000000	109.774309
19		95K059M145688 to 95K097M598390	-290.000000	38.452702
20		95K204M640977 to 95K299M706107	-270.000000	95.065130
21		95K299M706107 to 95K336M551674	-225.000000	36.845567
22		95K336M551674 to 95K451M917892	-245.000000	115.366218
23		95K531M075108 to 95K621M666118	-240.000000	90.591009
24		96K225M222947 to 96K277M138605	-240.000000	51.915657
25		96K599M118838 to 96K673M583821	145.000000	74.464984
26		96K935M400257 to 96K997M705731	260.000000	62.305474
27		97K020M772949 to 97K082M072380	160.000000	61.299431
28		97K192M245609 to 97K304M076122	280.000000	111.830514
29		97K395M543865 to 97K470M532431	165.000000	74.988566
30		100K255M727015 to 100K340M968627	260.000000	85.241612
31		103K154M770822 to 103K209M810896	270.000000	55.040074
32		103K347M477808 to 103K418M907737	210.000000	71.429929
33		103K875M168092 to 104K039M406550	-240.000000	164.238458
34		104K124M794566 to 104K204M048945	-160.000000	79.254378
35		104K228M790179 to 104K341M998537	-275.000000	113.208358
36		104K908M793624 to 104K993M948815	160.000000	85.155191
37		105K111M102457 to 105K206M079958	160.000000	94.977502
38		105K341M389544 to 105K421M901037	200.000000	80.511493
39		105K770M005719 to 105K890M765350	-200.000000	120.759631
40		106K039M702955 to 106K119M933781	-175.000000	80.230826
	Akrabat st.	109k746m00		
41		110K392M093801 to 110K474M332542	200.000000	82.238741
42		110K575M480540 to 110K670M016000	260.000000	94.535461
43		110K881M029165 to 110K966M632492	-230.000000	85.603326
44		110K967M537794 to 111K075M513699	-260.000000	107.975905

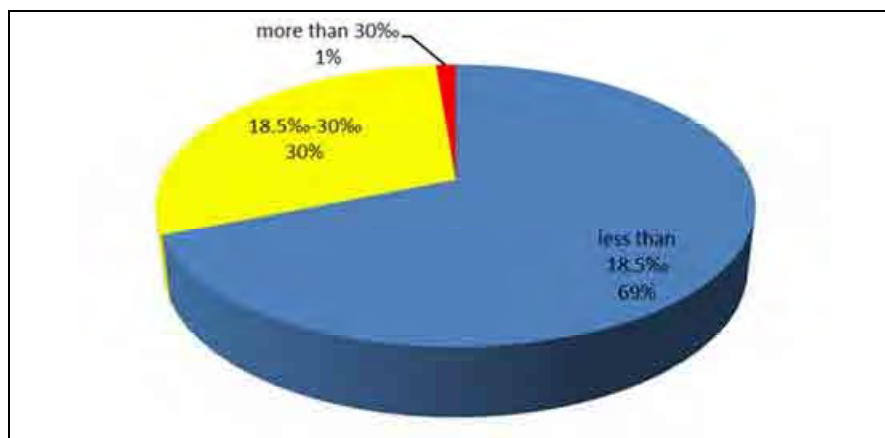
※黄色マーカー部分は半径 200m未満の曲線を示す。

【表 2-21】半径 300m未満の曲線の緒元 (2)

No	Station	Chainage	Curve radius	Length
45		111K474M673091 to 111K567M485446	240.000000	92.812355
46		111K567M485446 to 111K663M974746	260.000000	96.489300
47		111K750M325909 to 111K845M130465	240.000000	94.804556
48		111K933M402250 to 112K016M495011	265.000000	83.092761
49		112K256M941718 to 112K338M566025	-250.000000	81.624307
50		114K333M786908 to 114K383M480314	230.000000	49.693406
51		114K507M108738 to 114K622M798420	260.000000	115.689682
52		114K674M120522 to 114K787M089792	255.000000	112.969270
53		114K979M581957 to 115K090M035105	210.000000	110.453148
54		118K885M439860 to 118K982M736967	230.000000	97.297107
55		119K068M940224 to 119K167M483241	220.000000	98.543016
56		119K630M085132 to 119K685M718225	-190.000000	55.633093
57		120K266M247587 to 120K365M894316	290.000000	99.646729
58		120K473M183140 to 120K565M979818	270.000000	92.796678
59		120K714M355979 to 120K779M078874	230.000000	64.722895
60		120K874M989616 to 120K983M861180	250.000000	108.871564
61		121K082M651182 to 121K167M634318	245.000000	84.983135
62		121K167M874414 to 121K423M329460	285.000000	255.455046
63		122K458M937954 to 122K577M937518	230.000000	118.999565
64		122K917M140769 to 122K988M152899	-260.000000	71.012130
65		123K256M844535 to 123K366M312498	-250.000000	109.467962
66		123K668M017253 to 123K754M219742	-240.000000	86.202489
67		123K850M509682 to 123K942M817392	-280.000000	92.307711
68		124K755M536093 to 124K821M132777	250.000000	65.596684
69		124K915M878751 to 125K018M058688	240.000000	102.179937
70		125K980M472397 to 126K086M973711	-220.000000	106.501314
	Aknazar st.	126k911m25		
71		130K790M735356 to 130K900M039134	-240.000000	109.303778
72		130K954M222937 to 131K091M104323	-275.000000	136.881386
73		131K114M550392 to 131K237M525449	-270.000000	122.975057
74		131K354M979692 to 131K471M862726	-225.000000	116.883034
75		133K378M886870 to 133K493M253253	-235.000000	114.366383
76		133K864M293539 to 133K944M551349	270.000000	80.257811
77		133K945M395386 to 134K028M835312	280.000000	83.439926
78		134K124M146383 to 134K275M440118	275.000000	151.293734
79		134K364M435886 to 134K416M203928	230.000000	51.768042
	Shurab st.	136k738m63		
80		137K406M069506 to 137K471M193464	270.000000	65.123958
81		137K626M109793 to 137K653M697587	250.000000	27.587795
82		137K899M940702 to 138K031M843888	-185.000000	131.903186
83		138K957M957510 to 139K112M892945	-290.000000	154.935436
84		139K122M466754 to 139K231M970451	-280.000000	109.503697
85		139K245M735686 to 139K336M273679	-240.000000	90.537993
86		140K955M392940 to 141K057M333968	280.000000	101.941028
	Darband st.	144k995m30		
87		146K325M191748 to 146K473M852943	-285.000000	148.661194
88		146K720M151785 to 146K782M204604	-250.000000	62.052819
89		149K866M806815 to 149K979M536857	-270.000000	112.730042

※黄色マーカー部分は半径 200m未満の曲線を示す。

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%内に収まっているものの、残りの 31%の区間については 18.5%を超える勾配値を示している（【図 2-9】参照）。中には 30%を超える値を示している箇所もあり、そのような区間は全体の約 1%を占める。このような急勾配となっている箇所は、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 2-9】デカナバッド～ボイスン間の縦断勾配（全体延長 100.9km）

(2) 軌道整正計画（線形計画）の C/P

UTY の中で既設路線の改良計画を立案し実施する部門を特定し、本プロジェクトでこの作業に参加する C/P を指名するよう 2012 年 12 月に UTY 側に依頼したところ、4 名の技術者が指名された。

UTY が指名した 4 名は【表 2-22】の通りで、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。

【表 2-22】軌道整正計画（線形計画）の C/P

No.	氏名	役職	所属
1	S.H. Saidmuratov	Deputy Head, Track Inspection Station	UTY Track Facility Department
2	A.P. Bazarov	Chief Work Planner Engineer, Construction Operations	UTY Capital Construction Directorate
3	V.G. Bankov	1 st category Engineer, Railway Track Design Team	"Toshtemiryolloyiha" Design Institute
4	G.G. Tsoy	Head of the Track Department	"Boshtransloyiha" Design Institute

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整正量を計算、現地に具体的な改良箇所、軌道整正量を指示する業務に携わっている。また現地で軌道整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。

Bazarov氏が所属する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。

Bankov氏が所属する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とお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。

Tsoy氏が所属する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亘っている。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。

今回の現地研修で、実際の線形計画業務に従事しているDesign Institute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。

(3) UTYにおける線形改良計画の流れ

今回の現地研修で、UTYが線形改良工事をする場合、どういった流れになるのかについてC/Pにヒアリングした。

現場で線形改良工事の必要が生じ、その工事が小規模な場合（RRBの持っている予算内で可能な工事）については、RRB単独で改良工事をする。しかし大規模工事の場合はRRBからUTY本社に工事を要請し、【図2-10】に示すような流れで線形改良工事を行う。



【図 2-10】 UTY における線形改良計画の流れ

(4) 現地研修計画と実績

現地研修開始前の計画時点では、原則として週2回、火曜日と木曜日の午後2時～6時に講義と実習を兼ねた形で研修を行うこととし、【表2-23】の通りに計画した。

【表2-23】 現地研修計画（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, 21, 26	16
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	3/28, 4/2, 4	12
・改良箇所の現地踏査	4/8の週	8
・平面線形改良計画	4/16, 18, 23, 25	16
・縦断線形改良計画	4/30, 5/2, 7, 9	16
・横断計画（改良箇所の横断計画図作成）	5/14, 16, 21, 23	16
	合計	84

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。このため、当初の研修計画を【表2-24】の通り変更することにした。

【表2-24】 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

(5) 現地研修の内容

5-1) 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は、以下に示す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、日本の規程を紹介するとともにウズベキスタンで使用されている規程を確認することにした。併せて各C/Pが持っている技術レベル、能力を確認した。

- 1) 線路等級
- 2) 平面曲線の種類
- 3) 緩和曲線

- 4) カント
- 5) 勾配と縦曲線
- 6) 車両限界、建築限界
- 7) 軌道中心間隔
- 8) 施工基面幅
- 9) 分岐器
- 10) 線形計画上の制約条件
- 11) 緩和曲線の作図法
- 12) 中間緩和曲線の意義とその作図法

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、これ以降の研修計画の変更を余儀なくされた。そこで以降の研修を“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。

5-2) 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。作成に当たっては規程（『Construction Norms and Rules Railways of 1520mm Track Gauge Designing Standards CNR 2.05.01-96 The State Committee of the Republic of Uzbekistan for Architecture and Construction Tashkent 1998』）に記された当該線区の線路等級【カテゴリーII】と、新線建設当時の設計基準（グザール～バイスン～クムクルガン新線建設 設計計画書）を参考にした。線形改良計画の整備水準を【表 2-25】に示す。

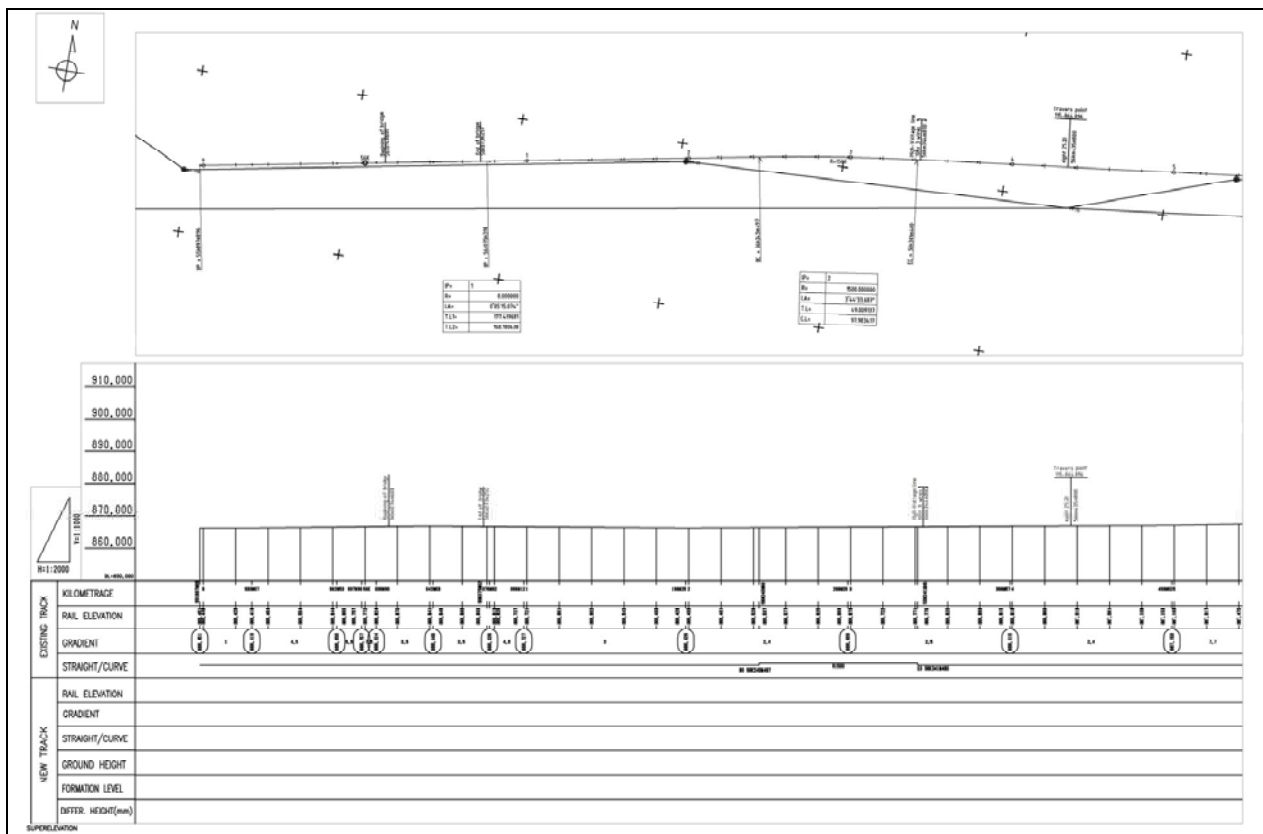
【表 2-25】線形改良計画の整備水準

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

作成した線形改良計画の整備水準を基に、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。

この作業に使用した現在線の測量図 (Track Profile) の一部を【図 2-11】に示す。これは本プロジェクトにより実施した測量作業の成果品であり、測量を実施した昨年末時点の軌道の現況 (平面曲線、縦断勾配) の近似値を表している。図の上部に平面図、下部に縦断図と諸元が記載されている。



【図 2-11】 現在線測量図 (Track Profile) の一部

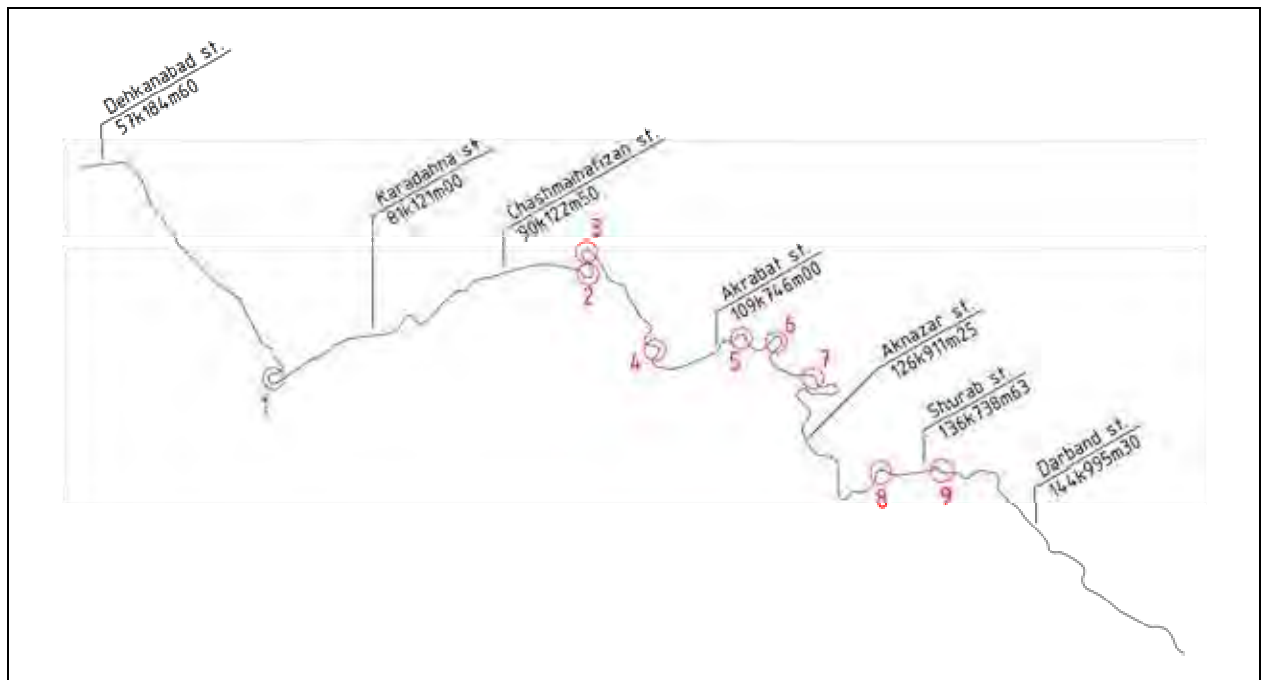
5-3) 線形改良計画の作成 (平面線形改良計画 <概略検討>)

本プロジェクトで実施した測量結果を用いて CAD による平面線形改良計画<概略検討>を作成した。改良計画作成は、Bankov 氏の PC にプロジェクターを接続し、Bankov 氏が CAD を操作し、スクリーンを見ながら C/P と共同作業で行うこととした。平面線形改良計画<概略検討>は以下の方針で行った。

- 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。

5-4) 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、【図 2-12】に示す 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。



【図 2-12】 現地確認箇所

5-5) 平面線形改良計画 <詳細検討>

現地踏査、横断測量結果、現地写真により、<概略検討>で作成した【理想案】【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。

精査した結果、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、曲線改良が出来ないものと判断した。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 2-26】及び【表 2-27】に示す。

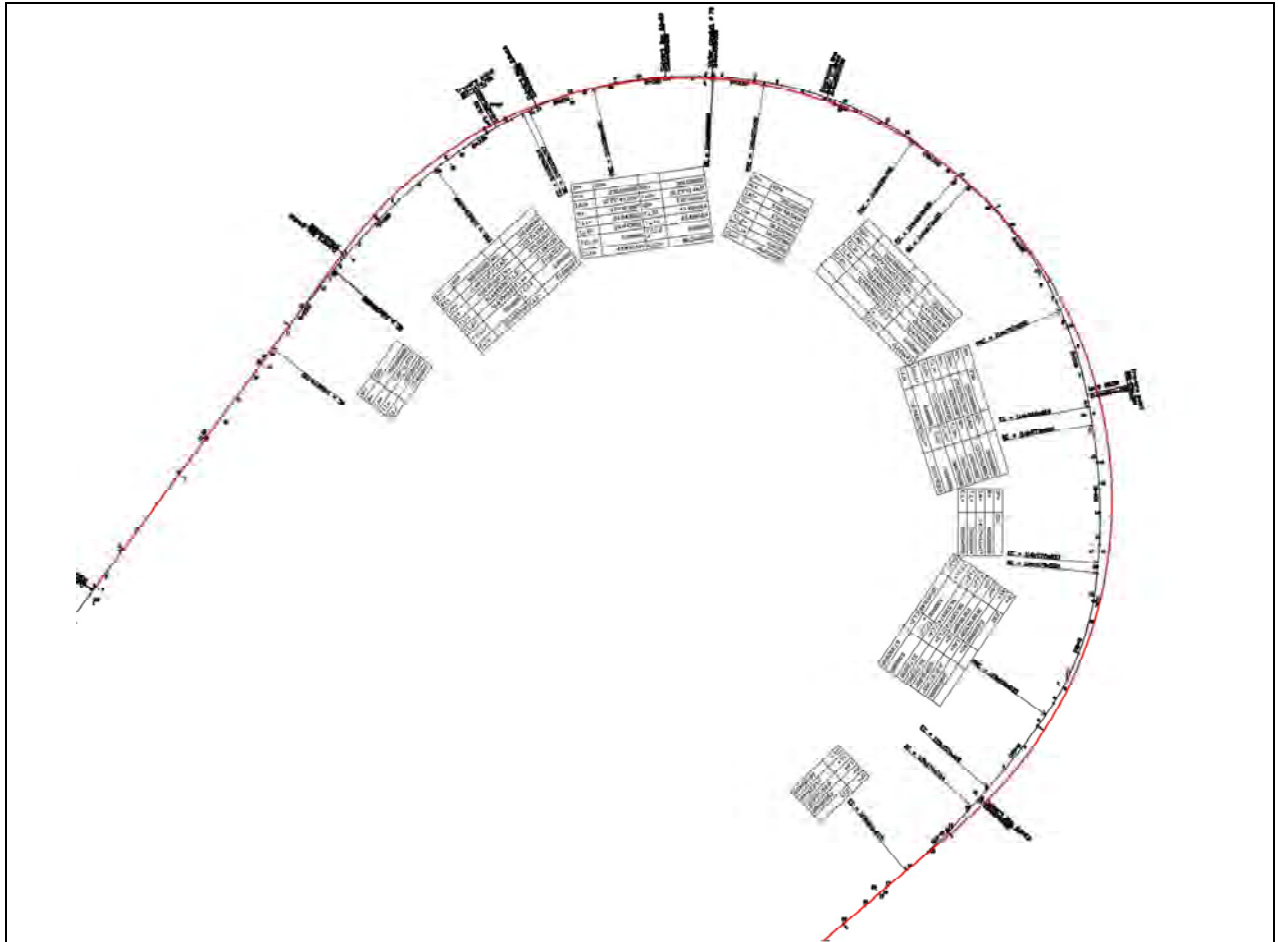
【表 2-26】 曲線改良計画案の概要 (1)

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		

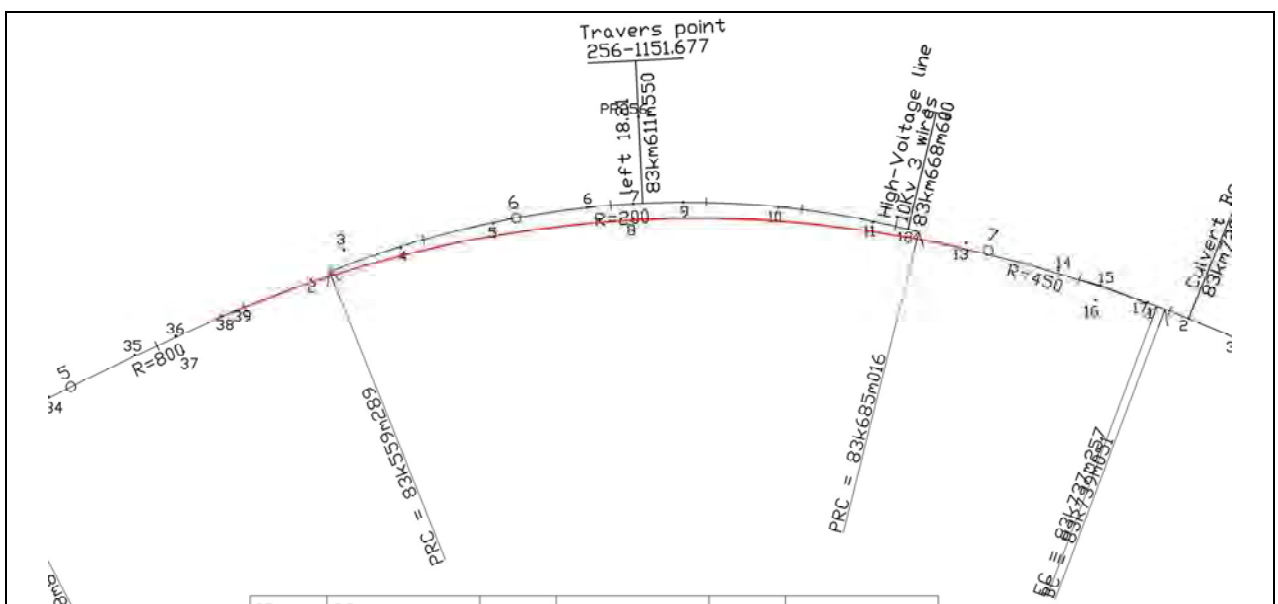
【表 2-27】 曲線改良計画案の概要 (2)

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。曲線改良に合わせて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。曲線改良に合わせて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。曲線改良に合わせて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。曲線改良に合わせて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。曲線改良に合わせて 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。曲線改良に合わせて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。曲線改良に合わせて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	

作成した平面曲線改良計画の例を【図 2-13】及び【図 2-14】に示す。【図 2-13】は連続する複心曲線を単曲線に改良した例であり、【図 2-14】は R=200m の急曲線を R=300m に改良した例である。



【図 2-13】平面線形改良計画事例 (1) (赤線が改良後を示す)

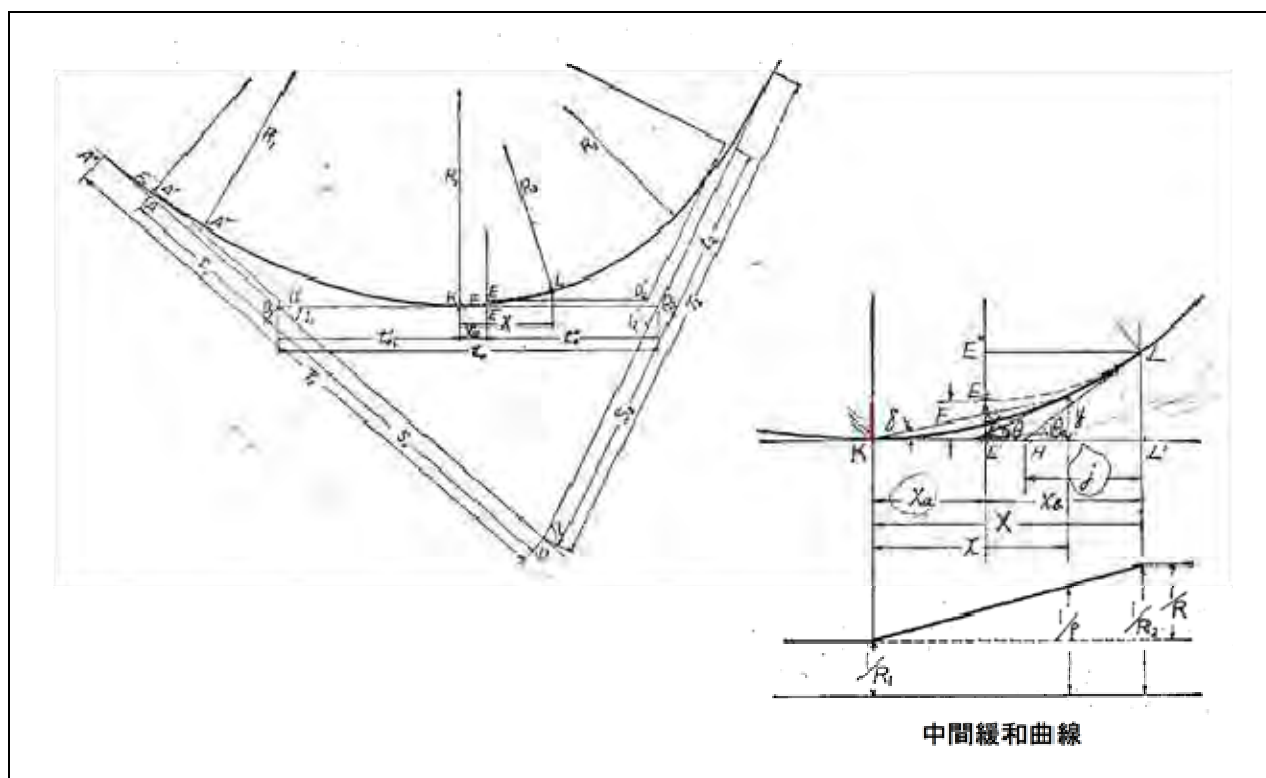


【図 2-14】平面線形改良計画事例 (2) (赤線が改良後を示す)

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程度）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。

今回の研修では、日本製の線形ソフトウェアを使用せず、AUTOCADのみを使って中間緩和曲線を描くこととした。この方法は、ひとつひとつ手描きで線形を描く“昔ながら”の方法であり、正確な線形座標位置を必要とする場合には適さない方法であるが、曲線ソフトや曲線と緩和曲線の位置関係、中間緩和曲線の内容を理解するのに有効であることから、この方法により研修を行うこととした。

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。【図2-15】は日本で使用されている中間緩和曲線の考え方を示した図であり、これを用いて研修を行った。



【図2-15】複合曲線の中間緩和曲線

(6) 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ている。

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を把握するとともに、法面崩壊の恐れのある危険箇所、施工基面狭小箇所、側溝設置必要箇所等を調査・抽出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、Track Profile、軌道検測車記録に加えて、極めて有効な現状把握の資料となっており、急曲線改良の工事量算定の基礎となる横断測量必要箇所選定作業に活用し、11 月末に同測量箇所を決定した。測量作業契約の成果物としてこれらの地点の横断面図が作成される。

また現況写真には、交換済みの急曲線の発生未収容レールが写されており、現場保守作業がレール交換主体になっていることを示している（2011 年度に延長 30Km、2012 年度に 37Km が交換予定とのこと）。新線開業後約 4 年でこの交換量はきわめて異常であり、急曲線改良と半径 600m 以下の曲線部には硬頭レール（DHH）の投入の必要性を示している。新線建設時には、事業の主体であった橋梁建設以外の些少の円借款予算で日本の DHH レールを投入したが、それ以外の殆どの区間でロシア製の普通レールが敷設されているのが実態である。

軌道整備状況は最高地点であるアクラバット（Akkrabat）を境に、終点方はかなり道床補充がされているが、基点側は全くそのような箇所は見当たらない。その原因はチャシュマイハフィザン（Chashmahafizan）～アクラバット（Akkrabat）間の法面崩壊等の災害復旧や線形変更にとられている結果と推測される。



【図 2-16】 バラスト交換作業の状況

2013 年 1 月にカルシからテルメズまで走行する列車の最後尾に UTY が特別車両を連結し、客車の妻面から線路方向に固定したビデオカメラで沿線の軌道現況を撮影した。その映像を 2 月に入手することが出来た。しかし積雪のため軌道の状況が見えない区間もあり、また映像の現在位置（キロ程）が確認できないため、沿線の状況を知る情報源としては限界があった。

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面については 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対象区間であるデカナバッド (Dehkanabad) 駅からボイスン (Boysun) 駅までを徒歩で踏査し、100m 毎の線形の写真撮影を行ったが、その写真も当時 (2012 年 7~8 月) の現況を表す参考資料となった。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。

測量結果により作成された Track Profile によると、測量対象区間であるデカナバッド (Dehkanabad) ~ボイスン (Boysun) 間に、半径 250m 未満の急曲線は長さ 100m 未満の短い曲線で 35 箇所もあり、合計延長 3,045m、最急曲線は R=145m であった。急曲線の一覧を【表 2-28】に示す。

縦断勾配については、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。

【表 2-28】半径 250m 以下の急曲線一覧

(区間 : 55k893m-156k811m、 測量実施時期 : 2012 年 11 月)

キロ程		曲線長	曲線半径	前後の曲線半径	
		(m)	(m)	前の曲線	後の曲線
68.383	68.521	138	240		
71.891	71.933	42	240	280	320
73.874	73.987	113	240		520,280
83.559	83.685	126	200	800	450
84.175	230	55	240	900	310,350
95.299	366	67	225		
366	451	85	245		500
531	621	90	240		370
96.225	277	52	240	600	500
96.599	673	74	145		530
97.021	82	61	160		330,280
97.395	470	75	165		350,800
103.343	418	75	210	400	300
103.875	104.039	164	240	400	
104.908	993	85	160	300	
105.341	421	80	200		
105.770	890	120	200	500	
106.039	119	80	175		350
110.392	474	82	200		
110.881	986	105	230		260,330
111.474	567	93	240		260
111.750	845	95	240	330	
114.979	115.090	111	210		600
118.885	982	97	230		400
119.068	167	99	220		450
120.714	779	65	230	300	300
121.082	167	85	245		285
122.458	577	119	230		450
123.668	754	88	240		500,280
124.915	125.018	103	240		
125.980	126.086	106	220	400	
130.790	900	110	240		400,275
134.364	426	62	230	400	400
137.899	138.031	132	185	350	300
139.245	336	91	240		
合計/35 カ所		3045			

【出典 : 専門家】

2.3.3. UTY による線形改良作業

UTY 本社の軌道施設部 (Track Facilities Department : TFD) 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 (Tashiguzar) からアクラバット (Akrabat) 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 (Kumkurgan) まではテルメズ RRB の Track Distance #15

が管轄しているが、前者の作業実績は【表 2-29】及び【表 2-30】に示す通りである。この表に表されている区間は新線区間の起点であるタシグザール（キロ程 0km+000m）から対象区間の最高地点アクラバット駅（キロ程 109km+746m）までであるが、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。

【表 2-29】 UTY による線形改良作業実績 (1)

No.	キロ程	作業実施日	改良後の 曲線半径(m)	軌道移動量 (外軌、mm)	軌道移動量 (内軌、mm)	測点数 (注 1)	進捗状況
1.	0km+681	13.10.2012	469	858	953	73	実施済
2.	2km+830		3,960	58	115	69	
3.	6km+490		1,951	114	92	75	
4.	14km+980		1,439	143	141	65	
5.	15km+890		6,284	18	19	29	
6.	16km+180		5,000	41	48	29~54	
7.	17km+860		1,561	180	268	49	
8.	19km+440		1,973	131	269	8~40	
9.	21km+740		486	238	401	36	
10.	26km+150	12.02.2013	1,085	151	251	6~32	実施済
11.	27km+810	12.02.2013	1,055	162	226	63	実施済
12.	29km+060	15.02.2013	1,039	88	101	7~35	実施済
13.	30km+400	15.02.2013	1,255	192	216	34	実施済
14.	30km+810	20.02.2013	603	390	517	56	実施済
15.	31km+480	18.02.2013	499	285	380	52	実施済
16.	32km+010	07.02.2013	681	399	841	43	実施済
17.	32km+830	24.01.2013	3,344	76	81	30	実施済
18.	33km+200	04.02.2013	1,613	57	93	28	実施済
19.	33km+640	30.01.2013	817	134	115	5~31	実施済
20.	34km+080	30.01.2013	1,411	195	390	48	50%
21.	34km+790	21.12.2012	847	256	521	44	50%
22.	35km+590	06.03.2013	580	247	313	64	実施済
23.	36km+290	21.12.2012	447	442	779	88	実施済
24.	37km+220	21.02.2013	706	219	323	52	実施済
25.	38km+170	05.03.2013	444	531	594	4~72	実施済
26.	39km+910		451	363	769	48	
27.	40km+410	01.02.2013	619	407	265	59	50%
28.	41km+720	07.02.2013	1,457	71	94	44	50%
29.	42km+230		604	392	336	48	
30.	43km+230		1,611	158	256	52	
31.	45km+240		3,476	46	41	17	
32.	45km+450		811	145	236	26	
33.	46km+680		1,663	156	474	123	
34.	50km+690	20.01.2013	508	426	428	41	実施済
35.	54km+130		1,085	149	108	54	
36.	55km+130		1,804	65	63	20	
37.	58km+065	15.11.2012	491	388	859	66	実施済
38.	59km+330	15.11.2012	1,646	165	166	72	実施済
39.	60km+700		1,406	203	378	57	
40.	63km+880		1,481	165	196	29	

(注 1) 現場作業では 10m のテープを使うため、改良区間長は測点数×10m となる。

【出典：TFD 資料】

【表 2-30】 UTY による線形改良作業実績 (2)

No.	キロ程	作業実施日	改良後の 曲線半径(m)	軌道移動量 (外軌、mm)	軌道移動量 (内軌、mm)	測点数 (注 1)	進捗状況
41.	66km+790		2,012	104	104	60	
42.	68km+160		315	628	650	31	
43.	68km+980		2,714	78	195	54	
44.	71km+000		644	272	386	51	
45.	71km+600		305	369	273	46	
46.	72km+070		302	255	292	36	
47.	72km+680		819	278	404	80	
48.	73km+670	06.02.2013	301	447	581	121	実施済
49.	77km+090		616	347	344	34	
50.	77km+416		506	429	640	31	
51.	78km+850		1,192	224	367	49	
52.	79km+490		4,613	47	42	50	
53.	80km+060		1,125	59	63	21	
54.	81km+550		1,050	210	453	47	
55.	81km+650		903	65	60	17	
56.	81km+820		1,004	215	440	101	
57.	83km+040		379	872	727	91	
58.	85km+280		1,262	176	231	19	
59.	86km+780	06.12.2012	616	370	692	59	実施済
60.	87km+410	06.12.2012	623	370	695	59	実施済
61.	88km+000		808	273	374	80	
62.	88km+840		1,908	72	101	8	
63.	89km+070		1,010	203	147	30	
64.	91km+780		858	205	283	37	
65.	92km+880		1,004	104	224	25	
66.	94km+044	07.11.2012	471	474	696	43	実施済
67.	94km+530	07.11.2012	309	729	662	100	実施済
68.	95km+690	07.11.2012	524	496	608	49	実施済
69.	96km+250	01.11.2012	309	655	1074	119	実施済
70.	98km+270		1,812	73	87	46	
71.	98km+990		448	298	530	46	
72.	99km+810	08.11.2012	564	394	744	69	実施済
73.	100km+640		601	226	446	26	
74.	101km+010		3,488	23	22	12	
75.	101km+280		968	150	216	40	
76.	101km+810		614	263	480	39	
77.	102km+590		355	503	690	75	
78.	102km+350		1,625	103	115	22	
79.	103km+520	15.11.2012	316	720	953	90	実施済
80.	104km+420	19.11.2012	328	981	1091	83	実施済
81.	105km+300	22.11.2012	329	784	976	85	実施済
82.	106km+270	26.11.2012	723	127	177	19	実施済
83.	106km+560	12.02.2013	1,003	171	240	20	実施済
84.	106km+827	07.02.2013	600	284	315	26	実施済
85.	107km+088	13.11.2012	1,919	86	68	26	実施済
86.	108km+122	13.11.2012	1,565	77	70	27	実施済
87.	110km+220		313	405	410	54	

(注 1) 現場作業では 10m のテープを使うため、改良区間長は測点数×10m となる。

【出典：TFD 資料】

この資料の入手後、2013年3月20日の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【表2-31】に示すように7箇所だけが確認できた。なお、UTYが作成した表と軌道検測車のチャートに示された位置（キロ程）には誤差があることが判明しており、上記作業実績とチャートに記録された曲線の状況との照合は行っていない。

【表2-31】 軌道検測車の測定結果による急曲線の位置
(検測日：2013年3月20日)

キロ程	曲線半径(m)
97k400m	200
97k840m	235
98k200m	235
105k720m	210
105k920m	215
106k120m	240
118k560m	230
合計7カ所	

【出典：専門家】

このように、UTYとしても軌道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。

これらの曲線改良作業は、ブハラ（Bukhara）の保線機械基地に配置されているマルチプル・タイタンパー（MTT）、トラックライナー、バラスト・レギュレーターからなる保線機械群により、2012年10月以降、今年4月まで作業を実施した結果であるとのことだったが、その後これらの機械はタシケント～サマルカンド間で運転されている高速列車（Talgo）走行区間の軌道整備のため、当該区間で稼働しており、本プロジェクト対象区間の更なる整備には活用できない環境にあるとのことであった。

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便に計測する方法として活用されている。本プロジェクトにおいても、発注時点の業務指示書にはこれを使用して対象区間の軌道の変異を計測すると記載されていたが、専門家携行機材として本邦からの購送とした場合、機材の引取りに必要な日数を勘案すると第一次現地作業に間に合わない可能性があること、及びプロジェクトの総予算額との関係から、契約交渉及びインセプションレポートの段階では携行機材としない方針とした。その後、本プロジェクトと並行して JICA が調達する供与機材として、PIU-E 側が当初要請していた保線用機材類を2012年6月に撤回し、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った。しかしながら、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、ウズベキスタン政府の通関手続きが4月1日から改訂されたあおりを受け、5月末になっても引取りに必要な手続きが整わず、専門家の現地作業が終了する事態となった。（機材供与手続きに関する支援業務については、2.5に記述する）

トラックマスターは【図2-17】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、重量は39kg程度（1067mmゲージ用）であるが、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2-17】トラックマスターの外観（1067mmゲージ用）

2.3.5. 軌道保守関係規程類の分析

ウズベキスタン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）
- 同方向近接曲線の間接直線が25m以上の場合のカント逡減法、同じく25m未満の場合のカント逡減法、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確保とカント逡減法
- 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（ $R=10000\text{m}$ ）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。

カルシとテルメズについては、日本の保線区に相当するカルシの Track Distance #12 とテルメズの Track Distance #15 の管理実務者を主体に実施することにし、PIU-E に C/P を通じて研修参加者の選定を依頼した。

(3) カウンターパート (C/P)

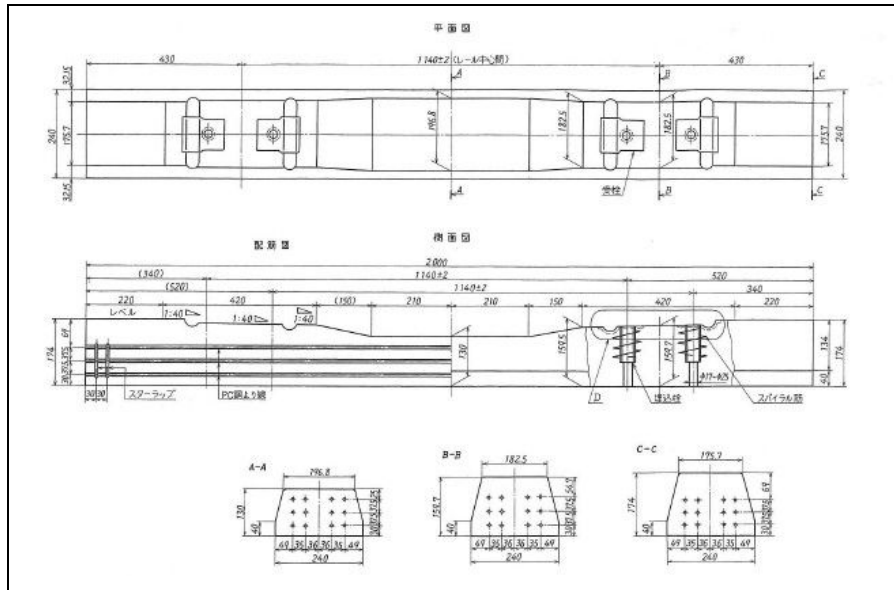
C/P としては UTY 本社 Track Facilities Department の Mr. Kunanbaev. B. B (1st Deputy Head)、及び Mr. Otakilov. R. (Chief Engineer) の 2 名が、研修参加者の人選に当たってくれた。

(4) UTY 本社での研修

3/28、4/2、4/5、4/9、4/12、4/25、4/26 の 7 回実施した。時間は原則として 10:00 から 12:30 までの 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 (日本での使用例を【図 2-18】に示す)。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。



【図 2-18】 PC マクラギ 3 号

(5) テルメズ、カルシ RRB での研修

テルメズでは 5/14 (9:00~16:00) と 5/15 (9:00~14:00)、カルシでは 5/16 (9:00~16:00) と 5/17 (9:30~14:00) 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。

(6) 研修参加者

各地における研修の参加者は【表 2-32】に示す通りである。

【表 2-32】 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	13
	軌道工事管理	3	5
	軌道検査管理	11	33
合計		18	52
Karshi 及び Termez 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

(7) 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

ての議論も良かった。これは非常に便利な機材だと思う。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UTYの技術者にトラックマスターの活用訓練を行うべきである。それは軌道の状況を日常的に検査するために使用される。また、曲線、高盛土区間、或いは勾配と曲線の競合区間に脱線防止ガードを設置すると効果があると考えられる。更に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。
- ▶ 曲線区間についての講義に最も興味があった。我々の保線区管内では多くの作業が必要であるが、未だに旧式の機材が使われている。新しい機材が導入されれば、我々や作業員にとって作業効率が向上すると思う。日本政府はトラックマスターを供与してくれた。この機材を早く導入したい。新しい技術や機材について、次回のセミナーで勉強したい。

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、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、運転計画分野で受入を予定していた研修員枠10名のうち3名を軌道整備分野の研修に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いた。JICAの受入手続きでは2ヶ月前までに候補者のA23フォームが提出されることを標準としていたが、最終的に2013年5月2日付のプロジェクト発 UTY 総裁宛のレターで、【表 2-33】に示す3名を推薦した。

【表 2-33】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 17 日（月）来日、18 日（火）午前の JICA ブリーフィングに始まり、25 日（火）の報告会をもって終了し、26 日（水）に研修員は帰国した。

研修内容を日程に沿って示すと【表 2-34】～【表 2-36】の通りである。

【表 2-34】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 東京国際センター (TIC)	JICA ブリーフィング
	13:30 ～ 17:00	JICA TIC (株)日本線路技術 技術本部長 村尾和彦 (滝野専門家が同席)	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。
6/19 (水)	9:30 ～ 12:00	(株)日本線路技術 会議室 (株)日本線路技術 技術本部長 村尾和彦 (滝野専門家が同席)	軌道保守業務の仕組み、軌道保守作業の体制 J R 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。
	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 JR 東日本設備部 新幹線技術基準G 片岡慶太 (株)日本線路技術村尾氏と、滝野専門家が同行)	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) 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。 軌道の異常箇所が検知されると、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)	
			
	JICA TIC での講義	日本線路技術(JRTC)での講義	
			
	東北新幹線検測車 EAST i	EAST i の車内	
6/20 (木)	9:30 ～ 12:00	(株)日本線路技術 会議室 (株)日本線路技術 技術本部長 村尾和彦 (滝野専門家が同席)	軌道の検査・補修体制 軌道整備に係る基準と整備方法等について説明した。
	13:30 ～	同上	同上
	16:00	同上	同上

【表 2-35】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 (株)日本線路技術 村尾和彦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 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。
6/21 (金) ～ 6/22 (土)	以降	JICA TIC	研修報告会準備
			
		夜間保線作業視察	鉄道総研
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、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（柴崎氏は前の週にウズベキスタンにて同機材の操作指導を実施している。） 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。
			
		(株)カネコ、トラックマスターの説明	報告会

【表 2-36】本邦研修実績（軌道整備計画）（3）

日	時間	場所、講師	テーマと概要
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、日本交通技術 (株) 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。

研修日程の中で、軌道検測車添乗については在来線の山岳区間の走行が望ましかったが、検測車の運行予定を確認したところ、JR 東日本管内で運用している 2 編成の検測車はこの週に運行予定がなかったため、日程上合致する新幹線の検測車に添乗することとなった。

また当初計画では JR 東日本の施設司令室を視察し施設保守の管理状況を見学することを企画したが、最近では指令室関係の視察許可を得ることが困難になってきており、今回も最終的に視察が許可されず、大宮の新幹線保守技術センターの視察を組み込むこととなった。

なお、夜間作業の視察については、視察希望日に作業が実施されるか否かが前広には確定しなかったが、結果的には金曜日の夜間に実施することが出来た。

報告会の場で研修員からは、現場の作業を視察した際に各作業員の役割が明確化され、組織としてまとまって行動していること、各自のプロ意識が高く感銘したとの印象が述べられた。

本プロジェクトと並行して JICA が UTY に供与したトラックマスターは、本研修の時期に重なって現地で引取りが完了し、製造業者の技術者が現地で操作指導を行ったが、本研修の研修員 3 名は、製造業者である(株)カネコの工場を視察し、タシケントで操作指導を行って帰国したばかりの柴崎氏から直接説明を受けることが出来た。

また、現地研修で滝野専門家が紹介した脱線防止ガードや、各種レール締結装置等も、鉄道総研視察時に実物を見ることが出来たため、本邦研修の効果は大きかったと思われる。

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ツ

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。日本で使用されている機器の例を【図2-19】に示す。



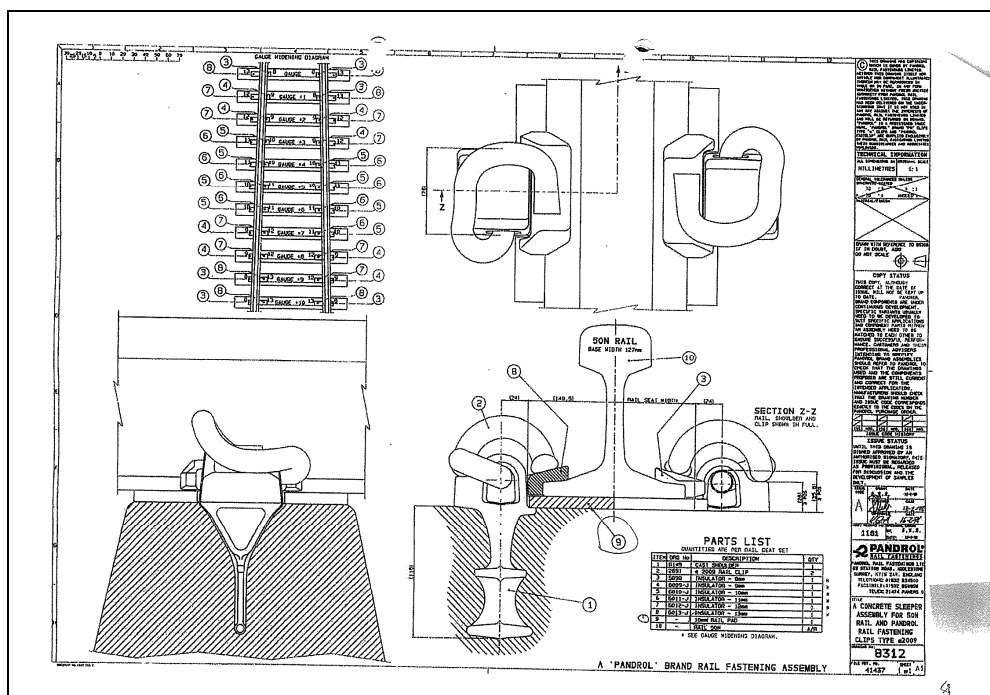
(出典: Tokyo Keiki Rail Techno Inc. ホームページ)

【図2-19】軌道検測車 位置検知装置

(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値を0として良いという例外規程を設けている。現在スラック10mm付PCマクラギを試験使用中であるものの、一般化の時期は不明である。

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。【図2-20】にその例を示す。



【図2-20】スラック量可変タイプレートの例

(3) 軌道保守軽減踏切

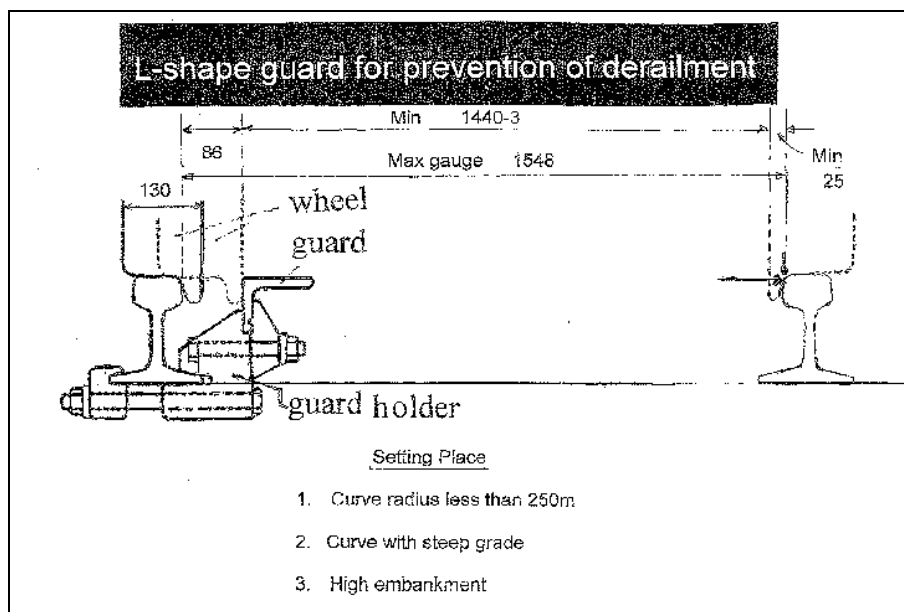
日本では既に45年前から交通量の多い踏切でマクラギを使わず、コンクリートブロックを鋼棒で一体化して強化路盤上に設置し、軌道保守の軽減を図っている。このような踏切構造の導入が望ましい。

(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【図2-21】に示す通り、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。



【図2-21 脱線防止ガード】

(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

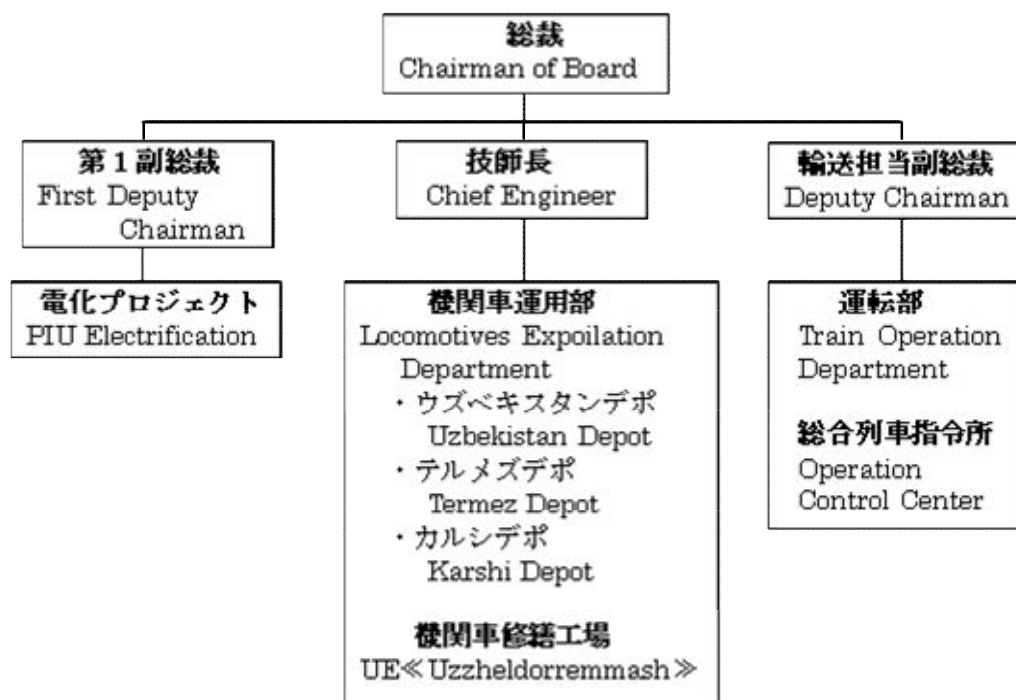
2.4.1. 対象区間の鉄道の現状把握

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、船木専門家の現地作業により開始した。

円借款による「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」（UZB-P10：2012年2月L/A調印）のコンサルタント業務は、これにやや先立つ時期に着手していた。

(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<Uzzheldorremmash>）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 2-22】の通りである。



【図 2-22】 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及びディーゼル機関車の検査周期等は、それぞれ【表 2-37】及び【表 2-38】に示す通りである。

【表 2-37】 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	800,000 km or 6 yrs	2,400,000 km or 12 yrs
	日数	3 hrs	14 hrs	28 hrs	38 hrs	9 days	10 days	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	6 days	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	5 days	15 days	18 days
Uzbeki- stan(pas senger)	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)

【表 2-38】 ディーゼル機関車検査周期等

検査種別		TO-2	TO-3	TR-1	TR-1r	TR-3	KR-1	KR-2
3TE10M /2TE10M	周期	48 hrs	17 days	50,000 km	200,000 km	400,000 km	800,000 km	1,600,000 km
	日数	3 hrs	21 hrs	60 hrs	6 days	12 days	22 days	24 days
2TE10M	周期	24 hrs	17 days	50,000 km	200,000 km	400,000 km	800,000 km	1,600,000 km
	日数	2 hrs	14 hrs	50 hrs	4 days	8 days	18 days	20 days

(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>)

a) 視察の目的

タシケント工場は、1900年に建設され、ディーゼル機関車及び電気機関車の全般検査(KR-1, KR-2)を中心に行っている。今回の電化事業プロジェクトの目的でもある検査用機械類の取り替えに先立ち、現行の作業実態を2012年11月29日に調査した。

b) 作業の実態

同工場ではUTYで現在使用されているディーゼル機関車及び新旧の電気機関車の車体や、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。



【図 2-23】 タシケント工場の視察結果

3-2) ウズベキスタン・デポ

a) 視察の目的

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おり、保守の実態を把握する目的で2012年12月3日に訪問した。

b) 作業の実態

全体的には、電気機関車を扱っていることから油汚れ等はなく、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。



機関車の車輪を在姿のまま削正しているところ。

車輪を削正した際に発生した切粉。今後の課題と思われる。

作業に必要な工具が揃っている。

空気ブレーキの制御弁の構造を示したもの。

【図 2-24】 ウズベキスタン・デポの視察結果

3-3) テルメズ・デポ

a) 視察の目的

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ことから、デポの保守の実態を把握する目的で2012年12月5日に訪問した。

b) 作業の実態

現行は、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。テルメズ・デポはダルバンドまでの約149kmを管理している。



【図 2-25】テルメズ・デポの視察結果

3-4) テルメズ・デポ ダルバンド派出所

a) 視察の目的

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。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を担当することになるため、派出所の保守の実態を把握する目的で 2013 年 5 月 1 日に訪問した。

b) 作業の実態

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。



T0-2 検査中のディーゼル機関車

検修庫入り口付近

【図 2-26】テルメズ・デポ ダルバンド派出所の視察結果

3-5) カルシ・デポ

a) 視察の目的

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ことから保守作業員への研修実施及び保守の実態を把握するため 2013 年 5 月 2 日に訪問した。

b) 作業の実態

現行は、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。



【図 2-27】 カルシ・デポの視察結果

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り、2013年4月からの船木専門家による現業機関スタッフを対象とした現地研修では、電化事業のローカルエンジニアが同行して、その仕様の一部を説明する状況になった。この新形式車両の諸元を【表 2-39】に示す。

この機関車の出力6000kWは、日本ではJR貨物が開発したEF500形式に相当するため、運転計画分野の節(2.1.3.(2))で述べた通り、運転計画分野の実習ではEF500形の性能曲線を利用した。

【表 2-39】 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)		

また、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」形電気機関車が投入されている。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 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。

GTO や IGBT は、1980 年以降、保守に手間がかからない部品としてインバーター等の鉄道車両用電子機器に採用されてきた。もともと無保守を目指した電子機器部品ではあったが、最近では日本でも故障が目立つようになってきている。特に、日本の電気機関車においては新製後 16 年目に当る第 2 回目の全般検査の時期に、IGBT の故障率が高くなる時期が重なることから、一斉取替え等の対策が検討されている。

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、新たに電気機関車を保守する体制の整備が必要となる。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。船木専門家が各現場を視察して、その実態を把握したことを踏まえ、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について、2013 年 4 月末から約 1 カ月間を使って現地研修を実施した。

4 月後半に研修に使用する教材を作成し、4 月 29 日の週にテルメズとカルシ、5 月 7 日からタシケントにおいて、それぞれ現業機関に出向いて研修を実施することとした。

(1) 現地研修計画

具体的な研修日程は【表 2-40】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開発チームに所属し、そ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。

テルメズとカルシについては、専門家が出張して研修を行うため、それぞれ 2 日間連続して実施し、時間帯は 10:00 から 16:00 までの 6 時間、計 12 時間とした。

タシケントについては、タシケント工場とウズベキスタン・デポを対象とし、時間帯は14:00から17:00まで各2日間、計それぞれ6時間とした。なお、タシケント工場での研修を行った際に、5月21日にも追加で行うよう要望があり計画したが、前日になって工場での別の行事が急に入ったために実現しなかった。

【表 2-40】現地研修計画（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	アキール氏による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	アキール氏による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	アキール氏による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

今回の研修を実施するに当たり、対象者をどのような階層とすべきかについて慎重に検討した結果、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を対象とすることとした。いわゆる現場の中堅クラスの中から人選することとし、該当する担当業務内容を示した上でPIU-Eに人選を依頼した。更に、受講者としてリストアップされたメンバーについて、鉄道大学の教授によりチェックしてもらい、全員が受講者としてふさわしいことが確認された。なお、各現場の参加者名簿が確定したのはテルメズに向けて出発する3日前のことであった。

(3) 講義内容の検討

受講者層をほぼ決めた後に、講義内容について検討を加えた。手始めに鉄道電化事業のローカルエンジニアにUTYにおける検修実施体制の現状についてヒアリングを行った。意見交換には数日間を要したが、具体的な資料や説明を受け大変参考となった。その上で講義の着眼点を定め、教材（パワーポイント）作成に着手した。主な着眼点は以下に示す通りである。

- ▶ 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。各スライドのタイトルを【表 2-41】に示す。

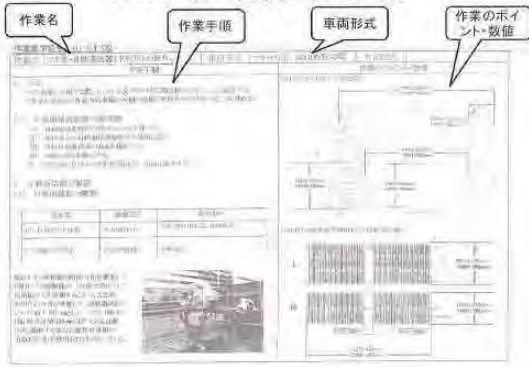
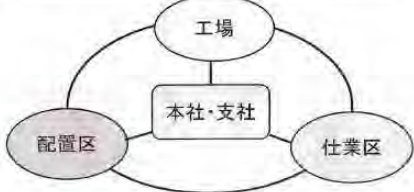
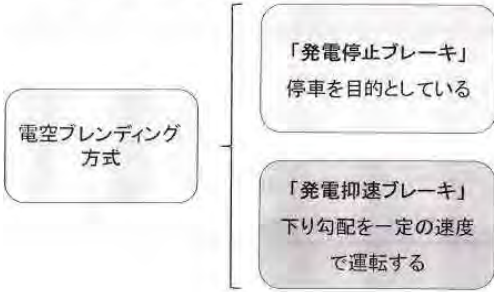
【表 2-41】 研修教材の内容

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 の特徴(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				

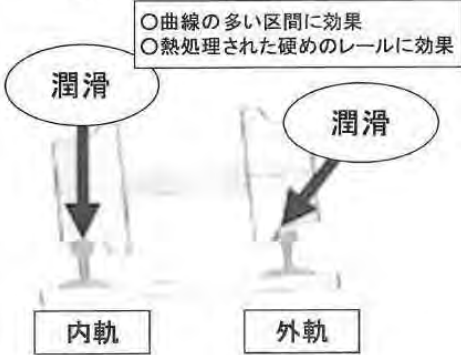
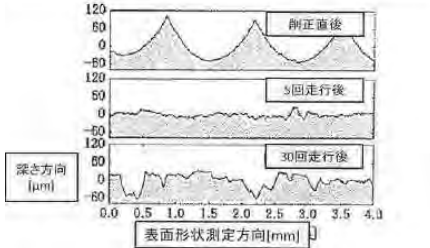
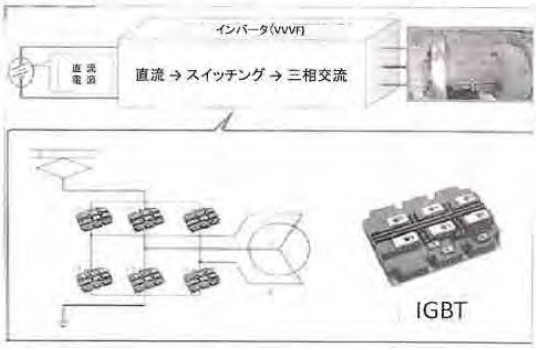
最初に現地研修を始めたテルメズ・デポ及びカルシ・デポに対しては、当初予定したスライド 109 枚を全て使用したが、いわゆる運転現場と言われるこれらのデポに対しては、必ずしもふさわしくない内容のものがあることに気づいた。即ち、詳細な全般検査を主体的に行う工場と、やや軽めの検査を行うデポとでは、おのずと必要とする情報の内容に違いが生ずる。そこでタシケント工場及びウズベキスタン・デポにおける研修からは、現場の実態を考慮し若干の変更を行った。

これより、主なスライドの画像と研修で説明した内容を【表 2-42】～【表 2-45】に紹介する。


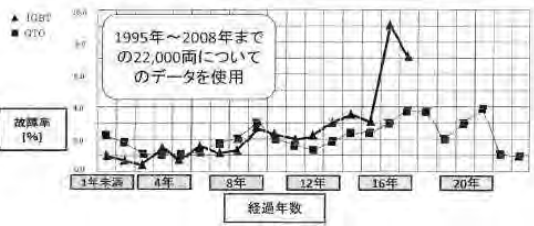
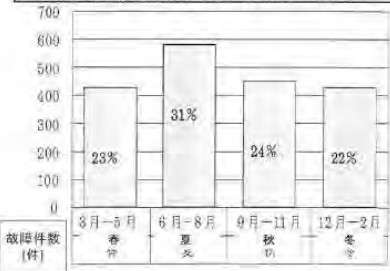

【表 2-42】 主な研修教材（スライド）とその説明内容（1）

パワーポイントの内容	説明した内容																																		
<p style="text-align: center;">30. 作業標準の例</p> 	<p>作業を行う際の指針ともなるべき作業標準について、作業のポイントや限度、基準、参考の図を入れる必要性について説明した。</p>																																		
<p style="text-align: center;">37. 検修管理システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ○年間の検査計画 ○車両の運用表や走行キロ ○車両故障の分析及び実績表 ○予備品の移動状況 ○入場申告や検修実績 	<p>車両に関する各種履歴について、実際の検修業務に反映するためには、デポや工場との間でその情報交換が素早く行えることが必要であること。そのため情報システムセンターに管理サーバーを設け、デポや工場でその実態を入力する必要性について説明した。</p>																																		
<p style="text-align: center;">44. 予定原価表の内訳</p> <p>車両のグループ分け</p> <table border="1" data-bbox="295 1344 766 1473"> <thead> <tr> <th>車両形式</th> <th>グループ別番号</th> <th>機関車グループ名</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">電気機関車</td> <td>0101</td> <td>ロシア製電気機関車</td> </tr> <tr> <td>0102</td> <td>中国製電気機関車</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ディーゼル機関車</td> <td>0201</td> <td>ロシア製ディーゼル機関車</td> </tr> <tr> <td>0202</td> <td>△△製ディーゼル機関車</td> </tr> </tbody> </table> <p>予定原価表</p> <table border="1" data-bbox="279 1534 790 1624"> <thead> <tr> <th>グループ別番号</th> <th>機関車グループ名</th> <th>工費</th> <th>材料費</th> <th>直接経費</th> <th>部外委託費</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0101</td> <td>△△△△</td> <td>○○○○</td> <td>□□□</td> <td>◇◇◇◇</td> <td>▽▽▽▽</td> <td>●●●●</td> </tr> <tr> <td>0102</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">特に対応が困難</p>	車両形式	グループ別番号	機関車グループ名	電気機関車	0101	ロシア製電気機関車	0102	中国製電気機関車	ディーゼル機関車	0201	ロシア製ディーゼル機関車	0202	△△製ディーゼル機関車	グループ別番号	機関車グループ名	工費	材料費	直接経費	部外委託費	合計	0101	△△△△	○○○○	□□□	◇◇◇◇	▽▽▽▽	●●●●	0102							<p>精度の高い物品要求や修繕費の計上の際の作業の効率向上を狙いとする方法として紹介した。</p>
車両形式	グループ別番号	機関車グループ名																																	
電気機関車	0101	ロシア製電気機関車																																	
	0102	中国製電気機関車																																	
ディーゼル機関車	0201	ロシア製ディーゼル機関車																																	
	0202	△△製ディーゼル機関車																																	
グループ別番号	機関車グループ名	工費	材料費	直接経費	部外委託費	合計																													
0101	△△△△	○○○○	□□□	◇◇◇◇	▽▽▽▽	●●●●																													
0102																																			
<p style="text-align: center;">51.EH500発電ブレーキ</p> 	<p>発電ブレーキは二つの系統に分けられ、停車を目的とした「発電停止ブレーキ」、下り勾配を一定の速度で運転する「発電抑速ブレーキ」があることを説明した。</p>																																		

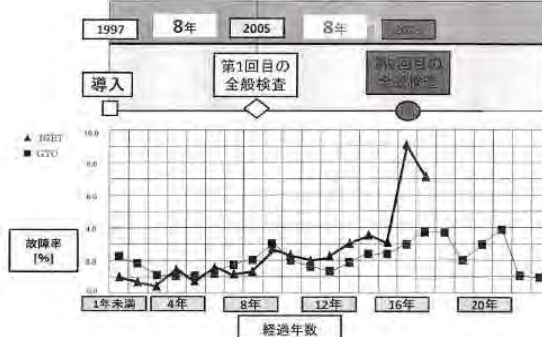
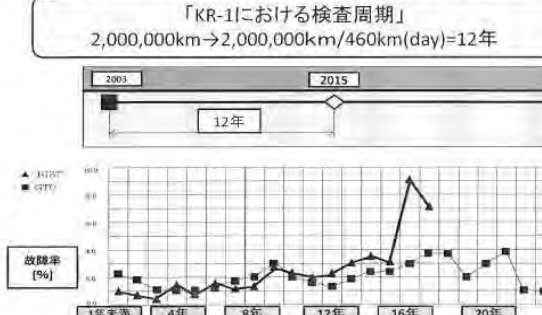
【表 2-43】 主な研修教材（スライド）とその説明内容（2）

パワーポイントの内容	説明した内容
<p>54.発電ブレーキ併用効果</p> <p>(1) 空気ブレーキへの依存度低くなる (2) 制輪子への依存度低くなる (3) 車輪への帯熱が少なくなる (4) 制輪子の摩耗量が少なくなる (5) 制輪子の取替率低くなる</p>	<p>下り勾配にて、発電ブレーキを使いながら貨車・客車の空気ブレーキを使った場合、制輪子への影響が小さくなることを説明した。</p>
<p>62.フランジ塗油器</p> <p>○曲線の多い区間に効果 ○熱処理された硬めのレールに効果</p> 	<p>フランジ塗油器は特にレールが熱処理された硬めのレールとなった場合、フランジ踏面の摩耗量を抑えることに大きな効果があることを説明した。</p>
<p>63.乗り上がり防止の効果</p> <p>車輪削正直後の塗油は、摩擦係数の上昇を確実に抑制できる</p> 	<p>フランジ塗油器は単に摩耗を抑えるだけでなく、曲線部における乗り上がり脱線を防止することにも効果があることを説明した。</p>
<p>69.VVVFインバータ制御</p> 	<p>IGBT とダイオードを組み合わせたスイッチにより三相交流を作り出す仕組みについて説明した。ウズベキスタン号はGTO と IGBT を使った二種類のタイプがあることも説明した。</p>

【表 2-44】 主な研修教材（スライド）とその説明内容（3）

パワーポイントの内容	説明した内容
<p style="text-align: center;">75.結氷と対策</p> 	<p>低温における架線への結氷について説明した。架線とパンタグラフ摺り板の間に結氷が来ると、絶縁材となってアークが発生し、架線が溶断する可能性があることを説明した。</p>
<p style="text-align: center;">86.GTOとIGBTの故障傾向(1)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>故障率</p> <p>GTO: 故障率が新製から1年経過すると低くなり、新製から8年目で高くなり、再度12年目から高くなる傾向にある。</p> <p>IGBT: 新製から1年未満ではGTOより低い値 新製から8年目で高くなり、更に12年目から高くなる傾向が見られ、15年目が最も高い</p> </div> 	<p>22,000両のデータをもとに、GTOとIGBTの新製から経過年数に対しての故障率を説明した。特にIGBTは15年目に最も高くなることを説明した。</p> <p>【出典：JR 鉄道総合技術研究所】</p>
<p style="text-align: center;">87. GTOとIGBTの故障傾向(2)</p> <p style="text-align: center;">季節別の故障発生件数</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>○夏期(6月～8月)に発生が全体の31%</p> <p>○周囲温度が電子機器の動作に影響</p> </div> 	<p>日本における季節別の故障発生状況を説明した。夏場に故障が多いことも説明した。</p> <p>【出典：JR 鉄道総合技術研究所】</p>
<p style="text-align: center;">93.プリント基板の清掃作業(1)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>プリント基板内の半導体部品が静電気破壊されるのを防止するため、静電気防止手袋アース線付きを着用の上作業を行う</p> </div> 	<p>日本の第1回目の全般検査におけるプリント基板の検査状況を紹介した。ほとんど清掃作業で済んでいることも説明した。</p>

【表 2-45】 主な研修教材（スライド）とその説明内容（4）

パワーポイントの内容	説明した内容							
<p>96. 第2回目の全般検査</p>  <p>1997 8年 2005 8年 2013</p> <p>導入 第1回目の全般検査 第2回目の全般検査</p> <p>▲ IGBT ■ IZTO</p> <p>故障率 [%]</p> <p>1年未満 4年 8年 12年 16年 20年</p> <p>経過年数</p>	<p>IGBT の故障傾向が日本の第 2 回目の全般検査の時期と重なることから、今後の対策を検討していることについて説明した。</p>							
<p>97. 第2回目の全般検査における問題点(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○基板の修理は不可能 ○数十年前の同一部品の入手は不可能 ○基板単位で互換性のあるものを新たに開発する必要がある <p>具体的には</p> <ul style="list-style-type: none"> ○主回路素子自体も製造中止の可能性があるため装置全体の見直しも必要 ○機関車の記録データの読み出し装置も老朽化している可能性があり、パソコン自体も古くなっている可能性がある 	<p>基板の修理は不可能で、基板単位で互換性のあるものを新たに開発しなければならない可能性があることを説明した。</p>							
<p>98. 第2回目の全般検査における問題点(2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●全般検査の作業内容が変わる <table border="1" data-bbox="271 1254 782 1411"> <tr> <td>[現行] ○取り外し ○清掃作業主体</td> <td>→</td> <td>[今後] ○取り外し ○新品の部品の取り付け</td> <td>事前の しっかりした 準備必要</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> ●新システムの開発 <table border="1" data-bbox="271 1433 782 1568"> <tr> <td>○開発費 ○材料費 ○時間が必要</td> <td>}</td> <td>新たに必要</td> </tr> </table>	[現行] ○取り外し ○清掃作業主体	→	[今後] ○取り外し ○新品の部品の取り付け	事前の しっかりした 準備必要	○開発費 ○材料費 ○時間が必要	}	新たに必要	<p>基板の一斉取替えを行う場合、全般検査における作業方法が大きく変わるとを説明した。</p>
[現行] ○取り外し ○清掃作業主体	→	[今後] ○取り外し ○新品の部品の取り付け	事前の しっかりした 準備必要					
○開発費 ○材料費 ○時間が必要	}	新たに必要						
<p>102. ウズベキスタン号(2)</p> <p>「KR-1」における検査周期 2,000,000km→2,000,000km/460km(day)=12年</p>  <p>2003 2015</p> <p>12年</p> <p>▲ IGBT ■ IZTO</p> <p>故障率 [%]</p> <p>1年未満 4年 8年 12年 16年 20年</p> <p>経過年数</p>	<p>ウズベキスタン号の「KR-1」検査のための工場への入場時期は購入から約 12 年後の 2015 年ころに予定されていることを説明した。IGBT の故障傾向とも重ね合わせながら今後の対策が必要であることを説明した。</p>							

(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) 研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

【表 2-46】テルメズ・デポにおける研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

受講者		船 木
貨物の輸送量の表現は「輸送トンキロ」の数値も欲しかった。	>>	次回はそのようにしたい。
日本で走っている鉄道車両は全て日本製か。	>>	全て日本製である。
日本の貨物列車はなぜ途中駅で列車編成両数を変えないのか。	>>	駅の有効長の関係で貨物列車は20両以内に限定している。また、途中駅での解放連結の時間をなくし、運転時間短縮を図っていることもある。
DL（ディーゼル機関車）では空気が不足してパワー不足になっていると感ずることがある。煙がたくさん出ることがある（空気不足による不完全燃焼？）	<<	空気が薄いことで何か感じていることはないか。
このグラフでは夏に31%となっているが、ウズベキスタンでは50%になるかもしれない。	<<	IGBTの故障の傾向として暑さに弱いかもしれないとの懸念があるが。
プリント基板はELのどの箇所に使われているのか。	>>	このプリント基板は各箇所に使われており200枚以上使われている。

c) 受講者感想文の中から

私は、テルメズ・デポで開催された日本の専門家によるセミナーに参加しました。山岳鉄道線を走ると見られている電気機関車について多くの説明がありました。電気機関車のブレーキシステム、制御系、パンタグラフ、コンプレッサー、及び他の部分の装置を知ることが大変興味深く、それらは私に強い印象を与えました。

d) 研修実施による成果等

- 研修に先立って、アキール氏より新形電気機関車の紹介を行った。電気機関車そのものの経験がないこともあって熱心に耳を傾けていた。
- 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。今回のパワーポイントの内容は、どちらかというところ工場働くスタッフ向けに作ったため、デポのスタッフにとっては、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。
- 全体的には熱心に耳を傾け、将来自分達が何をすべきなのか、その糸口を自覚したよう

に思えた。

- 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。

(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) 研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

【表 2-47】 カルシ・デポにおける研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

受講者		船 木
一日のダイヤ本数と言っているが、一日とは24時間のことか。また旅客はなぜ多いのか。	≫	24時間である。通勤などの利用が多いことが原因である。
貨物用車両で最も多い故障箇所はどこか。	≫	EL（電気機関車）では制御系が、DLではエンジンや発電機等である。
検査標準について最終検査を第三者が行うとあるが我々はチーム内で行っている。	≫	検修現場により多少の違いはある。
日本におけるELは全て日本で作っているか。	≫	当初は外国の車両を模倣して作っていたが、現在では全て日本の技術で製造している。
日本の貨物列車はなぜ途中で列車編成両数を変えないのか。解放連結は最も効率的な方法と考えているが。	≫	駅の有効長の関係で長くできない事情がある。
使っていない。	≪	現在のDLは発電ブレーキを使っていないのか。
使っていない。	≪	UTYでは電磁式空気ブレーキを使っていないのか。
良く起きる。詰まった場合針金等で通している。1年中濡れているときに問題が起きている。砂箱に水が入り詰まるケースもある。	≪	現在のDLの砂管は詰まることはないか？
日本は計算の上対処するが、ウズベキスタンはやってみて修正していく方法である。	≪	電子機器部品の将来の取替えについて説明
ELを購入した場合の保証期間はどの時点から3年か。	≫	購入した時点から3である。3以内に発生した故障は車両メーカーが保障することになる。
自動化されることにより作業員の数が減ることが問題である。	≪	パンタグラフ摺り板測定装置について説明

c) 受講者感想文の中から

私はカルシ・デポで、日本人の専門家によって開催された実用的なセミナーに参加しました。それは私達に強い印象を与えました。私達は日本の鉄道についての多くの貴重な情報を得るな

ど、鉄道運営の面で日本の専門家と意見交換できる機会を得ました。また、セミナーではいくつかの写真を紹介されました。今後も私達にとって必要なより多くの情報を得るためにセミナーは開催されるべきと考えています。できれば、これらのセミナーにおいて、ビデオ映像が活用されればもっと効果があると考えています。この実用的なセミナーに私達は強い印象を受けました。

d) 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。今回のパワーポイントの内容は、どちらかというところと工場働くスタッフ向けに作ったため、デポのスタッフにとっては、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) 研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

【表 2-48】 タシケント工場における研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

受講者		船 木
担当者が一人いて連絡を取り合っている。	<<	検修管理システムのネットワークはあるか。
日本における機関車の一人乗務は危険ではないか	>>	かつては二人乗務であったが、各種の安全装置を取り付け一人乗務とした。
日本の電気機関車は新製後何年持つか？	>>	30～40年と思われるが、新系列の電気機関車については未知数な部分がある。
タイヤ関係の故障はあるか	>>	ない。
日本での非常停止距離は何メートルか	>>	600mである。

c) 受講者の意見の中から

3日目の最終日が電化事業プロジェクトの会議と重なり、主要なメンバーが重複していたため研修を中止せざるを得ない状況となった。そのため感想文の提出を求めることができなかったので、研修期間中において述べられた意見の中からその発言内容について述べる。

「新形の電気機関車の紹介や、電子機器部品の将来の故障の傾向などの話は大変参考になりました。特に新形の電気機関車の参考資料については、今後も役に立つものと思っています。できれば、今後当工場に入場予定であるウズベキスタン号のGT0に関する資料について、もっ

と詳しく知りたいと思っております。現場で勉強できるような資料の提供をお願いします。」

d) 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 との違い等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 GTO）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。ましてこれまでも一度も入場経験のない工場では GTO 等電子機器部品の勉強をする機会に恵まれないのは当然のことと言える。今回の研修で工場スタッフより GTO に関する資料の提出を求められているので、出来るだけ希望に沿えるよう対応したい。
- ▶ 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えを計画している。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) 研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

【表 2-49】 ウズベキスタン・デポにおける研修中の主な質疑応答内容（抜粋）

受講者		船 木
日本の新幹線の最高スピードはどれくらいか。	>>	320km/h である。
自分たちで作り上司の承認をもらい現場に備え付けておく。	<<	作業標準は自分達で作っているか。
公式的なレターと FAX で連絡を取っているネットワークは今後考える。	<<	検修管理システムはないか（ネットワーク）。
使用されている。	<<	ロシア製の古い機関車には発電ブレーキ使用されているか。
ほとんど故障しない。	<<	交流電動機は故障するか。
新形電気機関車の検修の方法を知りたい。	>>	機関車が納入される時点で説明書が渡されるはずだ。
10 年前の電子部品がない場合、自分たちの要望に沿って製造することは可能か？	>>	可能である。
GTO を IGBT に変えるだけで使用できるか。ウズベキスタン号で一番の弱いところが GTO である。	>>	単に交換するだけでは無理、付属機器の変更も必要となる。
ウズベキスタンではフラットの大きさによってスピードが決められているが日本ではどうか。	>>	日本ではフラット車はすぐに解放するのが前提である。

c) 受講者感想文の中から

2日間参加させていただいて UTY の方にも、JTC の専門家にも感謝しております。聞かせていただいたプレゼンテーションは面白くて、役に立てると思っております。今度できれば、①プリント基板清掃作業、②パンタ摺り板測定装置、③タイヤフラット検出装置、④日本の貨車の空気ブレーキ、⑤スクリーコンプレッサーについてビデオを作ってもらいたいです。

d) 研修実施による成果等

- 特に新形電気機関車に関しては、自分達で管理していくとの信念から、様々な質問が出たが、残念ながら現時点ではタイムリーな回答が出来なかった。
- 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契約の上請け負っているが、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る。東芝のスタイルは日本の JR 貨物での状況と考えれば良いのだが、元請けが中国の会社であることから、これまでと同様の契約形態になることも十分予想される。
- 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・デポ

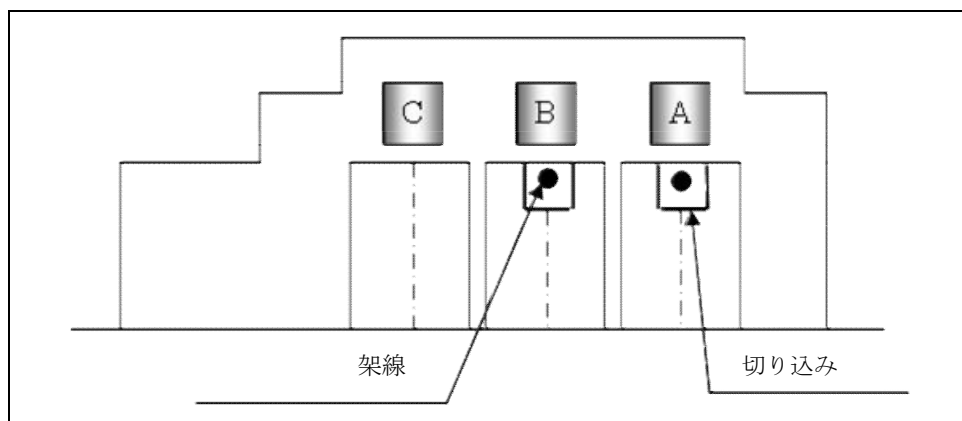
電化工事が終了したとしても、隣国への輸送手段は引き続きディーゼル機関車が中心となるため、ディーゼル機関車及び電気機関車両方の保守が行えるように体制を整える必要がある。また、電化後は 25KV の特高圧下における作業が行われるため、感電等の電気事故防止対策の徹底と、職員への定期訓練等を通じた事故防止啓蒙活動が必要である。

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。

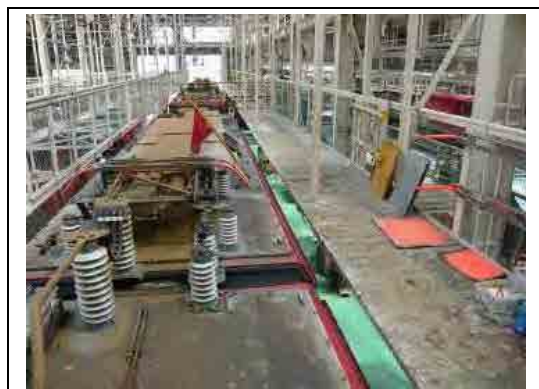


【図 2-28】「TO-2」 検修庫の改善案

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。



【図 2-29】 屋根上作業場



【図 2-30】 鍵（右端）

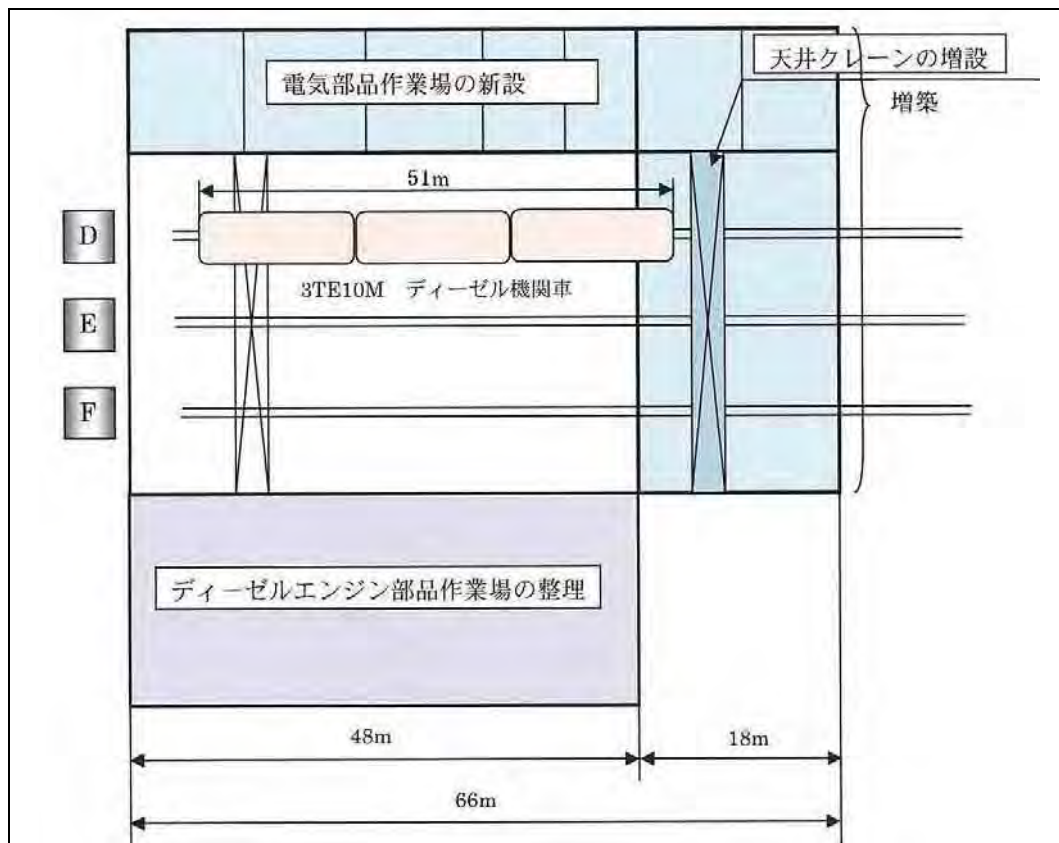
1-2) 「TO-3、TR-1」 検修庫

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。



【図 2-31】「T0-3・TP-1」検修庫の改善案

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。電化により電気機関車が投入され、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。縮小されることで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。



【図 2-32】 在姿旋盤の床下の状況



【図 2-33】 電源供給装置

1-3) 検査修繕用機械類の取替え

円借款による「カルシ・テルメズ鉄道電化事業」により調達準備が進められている機材（入札図書－契約 D01－デポ及びワークショップ機器及び保守機械の供給：2012 年 10 月）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り、そのコンサルタント業務を受注している Systra 社の担当範囲であって具体的な調査や資料の入手が出来ないことからの射た提言は出来ないが、先般の研修の際の限られた情報によれば、電化工事が終了し電気機関車が投入されたとしても、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

本工場におけるこれまでの検査実績は、直近のデータによると【表 2-50】に示す通りである。

【表 2-50】 タシケント工場における検査実績表

(単位：両/年)

Loco Type		TR-3	KR-1	KR-2
EL	VL60K		5	
	3VL60K			3
DL	TEP70BC	2		
	2TE10M	6	8	10
	3TE10M	4	9	3
	4TE10M		1	
	TEM2		5	6

(出典：UTY)

これらの検査実績から、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。「検査計画/日」の算出結果を【表 2-51】に示す。

【表 2-51】 「KR-1」「KR-2」検査時の「検査計画/日」の算出表

Inspection Classification	Loco Type	Inspection Cycle	Inspection Time	Inspection Results	Inspection Plan/Day	
KR-1	EL	VL60K	600T.KM	14Day	5	0.28
	DL	2TE10M	800T.KM	18Day	8	0.54
		3TE10M	800T.KM	22Day	9	0.75
		4TE10M	800T.KM	26Day	1	0.10
		TEM2	7.5 Year	12Day	5	0.23
KR-2	EL	3VL60K	800T.KM	24Day	3	0.27
	DL	2TE10M	1600T.KM	20Day	10	0.76
		3TE10M	1600T.KM	24Day	3	0.27
		TEM2	15 Year	16Day	6	0.36

(出典：UTY)

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、今後も同程度の業務量と仮定した場合、十分対応が可能と思われる。

3-3) 検査機器類の取替え

現在調達手続き中の「カルシ・テルメズ鉄道電化事業（円借款UZB-P10）」契約D01の内容を基に、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

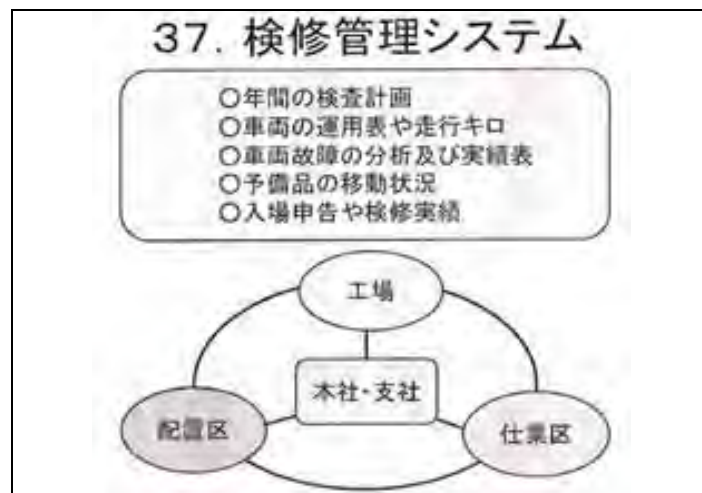
ウズベキスタン・デポは、電気機関車や電車等を中心に検査業務を行っており、ウズベキスタンの中でもトップクラスの検修設備を備えている。そのため、社員の意識も高く、新形電気機関車への取り組み姿勢は、他のデポと比べても格段に高い。その中において唯一今後検討を要する事項は、電子機器部品への対応である。この点に関しては、(5)「共通の課題と提案」の項で具体的に述べる。

(5) 共通の課題と提案

5-1) 検修管理システムの構築

これまでの各現場での研修の際に確認したところによると、検査種別ごとの情報交換の手段は、正式なレターやFAXあるいは電話等により行っているとのことであった。

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される事態となった時点で、独自のシステムラインを構築し、【図 2-34】のような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の整備を提案したい。



【図 2-34】 検修管理システム

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、及びタシケント～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行っていて、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鉄道事業者の車両検修担当者が行わなければならない、UTY においても現業機関の検修担当職員に対して、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える。

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 へ供与する計画があるため、その調達手続きに必要な支援業務を行った。

UTY への供与機材の要請としては、2012 年 1 月の段階で UTY 軌道施設部からカジロフ PIU 部長（当時）宛のレターで、以下のリストが提出されていた。

- a) 移動式発電機
- b) レール切断機及び切断用ディスク
- c) レール穴あけ機
- d) 電動ハンドタイタンパー
- e) 油圧式レール継目調節機
- f) 油圧式レールジャッキ
- g) レール溶接機

そこで JICA ウズベキスタン事務所としては上記機材を調達するための準備を進めていた。ところが 2012 年 6 月の専門家現地作業開始後、PIU-E のジャラロフ部長から、供与機材としては現在日本で使用されている効果的な機材を専門家から提案して欲しいとの要望があり、6 月 25 日付の PIU-E 発、専門家チーム宛のレターで、上記機材リストを撤回する旨の通知が来た。その後、我が国でも保線作業に活用しているトラックマスターの可能性を PIU-E が検討し、最終的に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仕様書の細部を準備し、所定の性能を満たす機材の候補を提案した。その結果、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 3 月 11 日に納入検査を終え、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 JICA ウズベキスタン事務所が現地調達する方針で JTC が見積徴収の支援業務を行い、2013 年 1 月下旬に調達手続きが実施された。これについてはフランスのガイスマ社が受注し、タシケントへ 3 月下旬に空輸された。

上述のとおり、平成 24 年度内に供与機材として Track Master（4 台）と超音波レール探傷器（1 台）がタシケントの保税倉庫に到着し、3 月 28 日には JICA 事務所による検収を終えたが、その後 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、通常日本及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、書類不十分となり本件供与機材の通関手続きが 5 月下旬まで停滞した。本機材については、UTY 発 JICA 宛のレター No. H3-1/2583-12（2012 年 11 月 16 日付）に基づき、通関手続きを JICA に代わって UTY が担当することとなっているが、同機材を保税倉庫から引き取れない状況が続いた。5 月 27 日になって引き取り手続きが進展し、6 月 4 日に保税倉庫から UTY タシケント RRB の倉庫へ機材を移送することができた。

なお機材の現地操作指導は、上記通関手続き終了後、トラックマスターについては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実施した。一方、超音波レール探傷器については、当初は平成24年度に2台調達して現地操作指導も行う予定であったが、JICA側の事情により平成24年度は1台のみ調達し、平成25年度予算で残りの1台を調達した後に操作指導を行う予定である。



【図 2-35 供与機材の外観】

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。
- ⑥ 活動計画の変更とは別に UTY における現状として判明したことは、現在の貨物輸送量であれば線路容量に余裕があるため、現行の UTY の運転計画方式でも特に支障がないことや、貨物列車は輸送需要が揃った時に運行が決定される発生主義方式であり、日本のように列車ダイヤを決めて運行する方式と異なっていることである。

(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対象区間 (約 100km 余り) を徒歩で踏査し、軌道と周辺の状態を多数撮影したため、これを参考にして現況を把握した。また、線形改良計画地点を絞り込んだ後、9 箇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、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 からの各種情報提供にはレターで依頼する必要があるため、入手までに時間を要したこと
- b) 測量作業実施の際に、現地の技術者が慣れた手法に固執し非効率的だったこと
- c) UTY 側 C/P の知識・技術レベルが予想より高かったこと

d) UTY 本社（タシケント）と対象区間の現場が地理的に遠かったこと

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、上記の点を踏まえて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に以下の通り記載されている。

【日本側投入】

- (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）
- (2) 研修員受入（約10名）
- (3) 機材供与（必要機材）
- (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）

【ウズベキスタン側投入】

- (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) プロジェクト実施のための施設提供（執務室及び備品）
- (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）

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、貴機構が直接調達する計画があり、本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。コンサルタント契約の中に専門家携行機材が含まれる場合には、これを契約内の供与機材として位置づける可能性もあったが、今回は当初の契約交渉を経た契約時点で携行機材とする機材はなかった。

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、レター（2012年11月30日付PCD-029）を以て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～アクラバット間を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、レター（2013年1月9日付PCD-033）を以てPIU-Eに要請し、これを受けて1月22日にUTYの総合指令所と機関車局からの代表者各1名、PIU-Eのプロジェクト担当次長の計3名に、2月初めから実施する現地研修の概要を説明した。その時点ではタシケントにおいて10名程度の参加を目標としていたが、その後PIU-Eジャラロフ部長から、現地研修には対象区間を所掌するカルシ、テルメズから若手の技術者を参加させること、タシケントと合わせ各10名、合計30名を対象とすること、日本での研修への参加者は現地研修参加者の中から選考したいとの意向が表明され、その方向で現地研修が実施された。

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。

軌道整備計画については、保線作業を実際に管理している部門が現地の組織（Track Distanceと称する日本の保線区に相当する現業機関）であり、適切なC/Pから研修ニーズを把握して研修内容を決定することが容易でなかったこともあり、必ずしも研修内容に合致した対象者が参加したとは言えない状況であった。

電気機関車整備計画については、タシケント工場と2箇所の車両基地（デポ：ウズベキスタン、カルシ、テルメズ）から10名ずつの受講者を選考し、各現場で2日間の日程で研修を実施した。

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た上で、その実績について後述する。

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。

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。

他方、本プロジェクトの活動において計画策定能力向上を方向づけ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。2.6.1. で述べた通り、業務開始以降種々の条件により当初計画を修正しながら活動を実施してきたが、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。

本プロジェクトを終了するに当たり、その【投入】と【成果】の考え方について以上の通り述べてきたが、分野ごとの具体的な【投入】の内容を取りまとめたものを【表 2-52】及び【表 2-53】に示す。これは 8 月 5 日に開催したプロジェクト完了会議において、発表した内容の一部である。

【表 2-52】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 タシケント、カルシ、 テルメズ	6 日	
線形改良計画	5.54 人月 (大段、山品)	58.5 時間 タシケント		
軌道整備計画	4.87 人月 (滝野)	39 時間 タシケント、カルシ、 テルメズ	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 タシケント、カルシ、 テルメズ		
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) 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 2-53】 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
運転計画	21 人	延 1,226 時間 (平均 58.3 時間/人)	7 人 延 42 人日
線形改良計画	4 人	延 147 時間 (平均 36.8 時間/人)	
軌道整備計画	39 人	延 161 時間 (平均 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	延 288 時間 (平均 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 2-53】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。

次に分野ごとの具体的成果であるが、既述の通り PDM に記載された形の提案書は、線形計画分野を除き作成されていない。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 (100.9km) 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 JR 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には、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が必要である。

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とおりである。

- (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（ネジ切旋盤等）や試験機器（コンプレッサー試験台等）が既存の機材と取替え、或いは新規に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。

第3章

プロジェクトの実績

【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に含む)

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、業務概要を【表 3-4】に示す。
また、最終的な要員計画実績表を【表 3-5】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】 専門家の業務概要

専門家	担当業務	業務内容
岡本 茂	各専門家業務の総括、プロジェクト責任者(PIU-E 部長)との協議、JICA 事務所との調整他	第1次現地作業ではPIU-E側にIC/Rを説明しプロジェクトの方針について合意。第1回 JCC の準備と実施。現地再委託による測量作業の契約手続きについて堀内専門家と飛田業務調整を指導。12月には後半の工程変更の必要性を整理し、PIU-E と JICA の合意を得た。 第2次現地作業では各専門家の現地研修を総括。そのラップアップ・セミナーと第2回 JCC を企画し実施。 本邦研修の受入委託先との調整。研修に適宜同行。報告会参加。 第3次現地作業で運転計画分野のラップアップ・セミナーとプロジェクト完了会議を準備し実施。 成果品のレポート類の作成総括と執筆。
三浦 良宣	運転計画分野の情報収集、現地研修・本邦研修の実施	第1次現地作業では PIU 関係者から UTY の同分野の現状を聴取し、現地調査も行った。第2次現地作業では、現地研修を企画し、教材作成、講義と実習を行った。研修はタシケントのみでなく、対象線区両端の現場でも実施した。 本邦研修を企画・実施し、最後に帰国研修員のフォローアップの後、ラップアップ・セミナーで成果を発表。
大段 孝	軌道の現状確認と線形改良計画作成	第1次現地作業にてプロジェクト対象区間の軌道の現況を調査。既存のデータとの整合性を確認。既存データをもとに線形改良案を作成。
山品 誠治	測量作業の成果品確認、軌道整正計画（線形計画）の現地研修実施	第1次現地作業後半から大段に替わって参加し、現地再委託による測量作業の成果品の品質管理指導。 第2次現地作業でタシケントにおいて、線形改良計画に関係するC/Pに対して現地研修を実施。対象区間の急曲線改良案をC/Pとの共同作業で作成した。第2次現地作業の最後にラップアップ・セミナーで成果を発表。
滝野 幸雄	軌道と保線作業の現状確認、軌道整正計画（軌道）の現地研修実施	第1次現地作業にてプロジェクト対象区間の軌道の現況を調査。堀内専門家が撮影した軌道現況写真、軌道検測車データ、既存線路台帳等の照合。 第2次現地作業にて軌道整備作業に係る現地研修を企画し実施。研修はタシケントのみでなく、対象線区両端の現場でも実施した。保線作業に係る改善提案を作成。 第2次現地作業の最後にラップアップ・セミナーで成果を発表。
船木 勝雄	UTY の車両検査修繕体制の現状確認、電気機関車整備に係る現地研修実施	11月下旬からの現地作業でタシケント車両工場、タシケントデポ、テルメズデポ等の現場視察 第2次現地作業の後半で、タシケント工場とデポ、テルメズ及びカルシのデポにて、現業機関対象の現地研修を実施。 第2次現地作業の最後にラップアップ・セミナーで成果を発表。
堀内 千冬	現地測量作業監督	第1次現地作業の冒頭で、再委託契約の仕様書作成。応札候補会社の技術力確認作業を実施。 測量作業開始後は、現地及びタシケントにて測量業者（Boshtransloyiha 社の技師）を監督。
飛田 浩孝	現地関係機関との連絡・調整、専門家のロジ業務、機材供与手続き支援	PIU-E 側との連絡・調整、団員の国内移動サポート、現地要員の管理、供与機材仕様策定支援、その他調整業務
石内 紀也	現地関係機関との連絡・調整、専門家のロジ業務	PIU-E 側との連絡・調整、団員の国内移動サポート、現地要員の管理、JICA との連絡調整、その他調整業務

2012年6月の現地作業開始以降の要員計画の変更点は以下の通り。

(1) 専門家の交替 大段孝→山品誠治 (2012年11月7日付打合簿)

- ・大段孝は、インドネシア、ベトナムにおいて、主として円借款プロジェクトの測量、線形計画、軌道等の設計及び施工監理業務に従事した経験を有するのに対し、山品誠治は日本交通技術株式会社に入社以来現在に至るまで、国内の鉄道路線計画策定業務に従事し、2010年以降はインドネシア及びベトナムにおいても円借款プロジェクトに路線計画担当として従事しており、この分野の技術者として22年の経験を有することから、大段と同等以上の経験があり、本プロジェクトの軌道修正計画（線形計画）業務を円滑に遂行するにあたり、適任者であると判断するため。

(2) 専門家の交替 飛田浩孝→石内紀也 (2012年11月7日付打合簿)

- ・飛田浩孝は2006年に日本交通技術株式会社に入社以来、インドネシア鉄道複線化事業施工監理、ベトナムにおける円借款事業プレF/S（経産省予算）等の業務に従事した経験を有するのに対し、石内紀也は、2007年に日本交通技術株式会社に入社以来、環境調査計画部で国内の鉄道施設整備計画関連の調査業務に従事した後、2011年8月より国際部へ異動し、インドネシア、トルコ、モンゴル等における新規案件形成作業に従事したほか、本プロジェクトの提案書を含む貴機構向け調査の提案書作成業務にも従事しており、本プロジェクトの業務調整／軌道修正計画（軌道補助）業務を円滑に遂行するにあたり、適任者であると判断するため。
- ・なお飛田浩孝は、現在日本交通技術が受注している「ウズベキスタン国カルシ～テルメズ電化事業」の実施監理のために、今後も本技術協力プロジェクト終了時までの期間は経費自社負担でタシケントに派遣することとしており、現地が必要に応じて石内の業務を支援する予定である。

(3) 専門家現地作業の日程変更 (2013年1月15日付打合簿)

- ・岡本 茂、及び三浦 良宣については、契約では2013年1月15日から現地作業を開始する予定であったが、前日の関東地方大雪の影響で予定通り成田を出発することが出来なかったため、1月18日開始へと日程を変更する。これに伴い現地作業終了日は、岡本については1月26日、三浦について5月2日までへと変更する。

(4) 専門家現地作業の日程変更 (2013年2月18日付打合簿)

- ・三浦 良宣については、3月11日に東京に於いて東京地下鉄（株）からの依頼による講演を行うこととなったため、3月9日から15日まで一時帰国する。この間に予定していた現地作業は順延し、現地作業終了日を5月9日に変更する。

(5) 専門家現地作業の日程変更 (2013年4月8日付打合簿)

- ・打合簿（2012年12月27日付）にて、滝野専門家の第3回現地作業期間を2013年3月1日から5月29日までに変更することを確認したが、滝野専門家は2013年4月20日に新宿御苑で開催される内閣総理大臣主催の「桜を見る会」に招待されており、それに出席するため、4月17日から4月21日まで一時帰国する（16日夜タシケント発、21日夜タシケント着）。この間に予定していた現地作業は打合簿（2013年12月27日付）のとおり、5月29日までに完了させる。

(6) 専門家現地作業の日程変更 (2013年4月8日付打合簿)

- ・三浦 良宣については、5月9日に日本に到着するフライトの座席が確保できなかったため、5

月 11 日帰国（10 日タシケント発）に変更する。

(7) 専門家現地作業の日程変更（2013 年 5 月 22 日付打合簿）

- ・船木 勝雄については、作業進捗状況の関係で 5 月 29 日帰国（28 日タシケント発）に変更する。

(8) 専門家現地作業の日程変更（2013 年 7 月 9 日付打合簿）

- ・契約では 2013 年 7 月 26 日から現地作業を開始する予定であったが、現地で活動している運転計画専門家をサポートする必要があるため、7 月 19 日開始へと日程を変更する。これに伴い現地作業終了日は 8 月 2 日となるが、同日に日本に到着するフライトが運行されていないため、8 月 3 日に変更する。

【表 3-5】 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	6	7
現 地 作 業	総括	岡本 茂	JTC	2			5/29-6/27	6/28-30			11/26-12/10	12/11	1/18-26	2/26-3/9	5/10-5/28	7/26-8/6					3.23		0.13	
	副総括/運転計画	三浦 良宣	JTC	3			6/1-7/16						1/18	3/8	3/16	5/9	7/2-8/6					6.23		0.07
	軌道整正計画(線形計画)	大段 孝	個人	4			6/1-7/16														1.53			
	軌道整正計画(線形計画)	山品 誠治	JTC	4							11/12-12/11			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				11/20-12/4		3/1	4/16	4/22	5/29					4.87			
	電気機関車	船木 勝雄	JTC	3							11/26-12/10	12/11			4/14-5/28		5/29				2.00		0.07	
	測量	堀内 千冬	個人	4			6/1-21	7/11-8/30		10/9-11/28											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			11/26-12/10											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	2/26-3/12		7/19-8/2					1.50		2.66	
													3/13-6/1			8/3				29.46		2.93		
国 内 作 業	総括	岡本 茂	JTC			4/11-5/2					12/13-21					6/13-21	8/12-20						1.20	
	副総括/運転計画	三浦 良宣	JTC			4/23-5/2	5/22-5/31				12/13-21					5/31-6/28						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. インセプション・レポートの説明と協議

- (1) 2012年6月に開始した現地作業の冒頭でインセプション・レポート(IC/R)をJICAウズベキスタン事務所に説明した。
- (2) 2013年6月5日にUTY側関係者を集めてキックオフミーティングを実施した。UTY側は電化事業実施部門(PIU-E: Project Implementation Unit for Electrification Project)のジャラロフ部長を筆頭に、投資部門、運転部門、軌道部門、機関車部門、電力部門から代表者が参加した。この会議ではプレゼン資料(露語版)を使い、対象区間の現状の課題、本プロジェクトの3分野でのアプローチ、基本方針、スケジュール、専門家の構成、期待される成果について説明した。全体会議の後、運転部門と軌道部門に分かれ、前者は三浦専門家、後者は滝野、大段、堀内専門家が入って部門別に情報交換を行った。
- (3) UTY側関係者にIC/Rを手交し、プロジェクトの全体像の理解を共有するとともに、双方の取るべき措置について同意を得た。UTY側からのコメントについて、JICAウズベキスタン事務所とも協議の上、一部修正してIC/Rの最終版とした。UTY側からのコメントと対応策を【表3-6】に示す。

【表3-6】UTY側からのコメントと対応策

UTY側からのコメント	対応策
JCCメンバーについて、日本大使館は政治的立場であり、たとえオブザーバーであっても本件のようなプロジェクト実施段階で参加させるのは適当でない。大使館が参加するのであれば「ウ」側も外務省の参加を検討せざるを得ず、JCCはそのような性格の会議とは考えていない。	これについてはJICA事務所からUTY宛にJCC設立のレターが発出されたが、UTYからこれに対する返書の中で左記意向を表明したため、JICA側も日本大使館除くことで同意。
測量作業の委託先をLocal ConsultantでなくDesign Instituteとされたい。Boshtransloyiha社等はUTYの一部ではないが出資している企業であり、通常この呼称を使っている。	同意
Task 221(3)に「UTY has less experience」とあるがUTY幹部はこうした表現にSensitiveであるため再考して欲しい。	「UTY needs assistance」とする。
Track Masterとはどのような機材か。	カタログを用いて説明。
軌道整正計画の項で「bank collapse (法面崩壊)」と言う表現があるが、本プロジェクトは軌道整正が目的であって法面防護までは対象でないはずである。危険が想定される法面については防護対策を実施している。	同意(削除)。もし危険が想定される場所が確認されたら、その時点で協議する。
供与機材の調達手続きはJICAとJTCのみで実施する表現となっているが、UTYのサポートも不可欠である。	同意(追加)
Task 412に機関車のランカーブについて電気機関車のみしか書いていないが、電化開業まではディーゼル機関車も使用されている。	同意(ディーゼル機関車を追加)

3.4.2. 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。また UTY 側の連絡・調整責任者の特定等、本プロジェクトの運営体制について UTY 側と協議し、確認した。

UTY 側の連絡・調整責任者としてプロジェクト・ダイレクターは PIU-E のジャラロフ部長となった。当初各部門からの代表者も委員とするよう提案したが、会議の議題によって必要な部門の参加を求めるとし、委員は JICA 事務所、UTY 投資部門、専門家の代表で構成することとなった。また委員会は必要に応じて委員長が招集することとした。

合同調整委員会の構成を【表 3-7】に示す。

【表 3-7】 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。委員長のハン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、専門家総括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。



【図 3-1】 第 1 回 JCC

3.4.3. 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 月末をもって完了し第 1 フェーズが終了するため、同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 時から開催された。

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、専門家チームリーダーの岡本が出席、UTY 投資部のナザロフ次長は欠席で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、専門家の技術指導（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半径 300m 以下の急曲線を抽出し 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で AutoCAD（製図ソフト）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 事務所員、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 3-2】 第 2 回 JCC 及びラップアップ・セミナー

3.4.4. 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

2013 年 5 月 24 日に開催したラップアップ・セミナーは、軌道整正計画（線形計画）、軌道整正計画（軌道）、電気機関車の 3 分野のみで実施した。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。これについては、第 2 章 2.1.6. 「フォローアップと総括」の節で記述している。

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 3-3】 プロジェクト完了会議

