

モンゴル国

モンゴル国  
効率的な鉄道線路保守作業の  
導入に係る案件化調査

業務完了報告書

平成 29 年 5 月  
(2017 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

東研工業株式会社

国内
JR (先)
17-047

# 目次

写真

略語表

図表リスト

要約

はじめに

ポンチ絵

## 第1章 モンゴル国の現状

### 1-1 モンゴル国の政治・社会経済状況

1-1-1 概況	1
1-1-2 経済	1
1-1-3 政治と外交	2
(1) 政治体制・内政	2
(2) 外交	3
1-1-4 運輸交通分野の現状	
(1) 道路運輸開発省の組織	4
(2) 鉄道	5
(3) 道路	6
(4) 航空	7

1-2 運輸交通分野における開発課題	7
--------------------	---

### 1-3 鉄道分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

1-3-1 国家開発計画	9
1-3-2 鉄道分野の計画	10
1-3-3 我が国の国別援助方針	11

### 1-4 鉄道分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1 我が国 ODA の先行事例	11
1-4-2 他ドナーの援助実績	13

### 1-5 モンゴル国のビジネス環境の分析

1-5-1 日・モンゴル経済連携協定	13
1-5-2 中古品の輸入規制	14
1-5-3 その他ビジネスに関連する規制等	14

## 第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業の製品・技術の特徴

2-1-1 メモレールのスペック等の特徴	15
2-1-2 我が国における軌道検測機器開発と普及の歴史	17
2-1-3 国内外の同業他社製品との比較	18
2-1-4 ユーザーによる維持管理事項等	19

2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	
2-2-1	提案企業の会社概要	20
2-2-2	東研工業(株)の経営方針と本計画の位置づけ	21
2-2-3	(株)ニシヤマの経営方針と本計画の位置づけ	21
2-3	提案企業の海外進出によって期待される我が国地域経済への貢献	22
第3章	製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	
3-1	製品・技術の現地適合性検証方法	
3-1-1	ウランバートル鉄道(UBTZ)の現状	23
3-1-2	過去に供与したメモレールの状況	23
3-1-3	UBTZの軌道の状態	24
3-1-4	メモレールの理解促進	
(1)	メモレールの試用計画	24
ア.	場所の選定	24
イ.	試用の方法	26
(2)	軌道保守セミナー	26
(3)	UBTZによるメモレールの試用活動	26
3-1-5	極寒時の動作確認	27
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果【非公開】	
3-3	モンゴル国における製品・技術のニーズの確認	
3-3-1	メモレールの活用の可能性	27
3-3-2	UBTZ側からの要望事項への対応策	30
3-4	モンゴル国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認	
3-4-1	UBTZの保線実施体制改善に向けての提案する製品の有効性	31
3-4-2	開発課題との関連での妥当性	32
第4章	ODA案件に係る具体的提案	
4-1	ODA案件概要	34
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	
4-2-1	普及・実証事業の内容	35
4-2-2	投入内容	35
4-2-3	実施体制	36
4-2-4	活動計画(作業工程)	36
4-2-5	事業費概算	37
4-2-6	期待される開発効果	37
4-2-7	メモレール導入時の軌道保守管理基準の取扱い	38
4-3	他ODA案件との連携可能性	38
4-4	ODA案件形成における課題と対応策	38
第5章	ビジネス展開の具体的計画【非公開】	

別添資料

UBTZ 路線全体図

英文要約

英文ポンチ絵

写真



UBTZ 本社



線路診断センター



センター内の試験軌道上のメモレール



軌道保守セミナー（中央が副総裁）



本線での実測作業



実測作業中の石炭列車退避



ダルハン第2 駅構内



レールバス（8月と2月に乗車）

## 略語表

略語	外国語	日本語
ASEAN	Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASEM	Asia-Europe Meeting	アジア欧州会合
C/P	Counterpart	カウンターパート
EPA	Economic Partnership Agreement	経済連携協定
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
MIAT	Mongolian Airline	モンゴル航空
MNT	Tugriks	トゥグルグ (モンゴル通貨)
MTZ	Mongolian Railway	モンゴル鉄道
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NSO	National Statistics Office	国家統計局
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
UB	Ulaanbaatar	ウランバートル (市)
UBTZ	“Ulaanbaatar Railway” Joint Stock Company	ウランバートル鉄道

## 図表リスト

### 図

番号	タイトル	頁
図 1-1	道路運輸開発省の組織図	4
図 1-2	UBTZ と MTZ の鉄道路線図	5
図 1-3	アジアハイウェイ路線	6
図 1-4	モンゴル国内の交通機関別輸送量	8
図 1-5	モンゴル国の鉄道計画路線図	11
図 2-1	新モデルの検測画面表示	17
図 3-1	メモレール試用の対象区間の位置図	25
図 3-2	第 4 火力発電所専用線の検測位置	26
図 3-3	シャタンガ駅付近の気温実測値	27
図 4-1	事業実施体制	36

### 表

番号	タイトル	頁
表 1-1	自動車保有台数	7
表 1-2	モンゴル国の年間輸送量	7
表 1-3	石炭生産量と鉄道による輸送量	9
表 2-1	メモレールのスペック	15
表 2-2	メモレールの新旧スペック比較	16
表 2-3	軌道検測機器の比較	18
表 2-4	定期検査の主な項目	20
表 2-5	東研工業（株）の会社概要	20
表 3-14	メモレールの機能に対する要望事項と対応策	30
表 3-15	供与済みメモレールに対する要望事項と対応策	31
表 4-1	普及・実証事業の協力計画	69
表 4-2	普及・実証事業の投入内容	69
表 4-3	事業の作業工程	70
表 4-4	軌道保守管理基準の比較	72

### 写真

番号	タイトル	頁
写真 2-1	メモレールの外観	16

# 要約

## 1. モンゴル国の現状

### 1-1 モンゴル国の政治・社会経済状況

モンゴル国の人口は313万人(2016年現在)で人口密度(2.00人/km<sup>2</sup>)が世界一低い国である。社会主義国であったモンゴル人民共和国が、民主化・市場経済化を図り、1992年に現在のモンゴル国が誕生した。鉱物資源が豊富で、かつ牧畜が盛んであり、主な輸出品目は鉱物資源(石炭、銅精鉱、蛍石など)、原油、牧畜産品(カシミア、皮革)である。2012年までは12.3%と高い経済成長率を維持していたが外国直接投資の大幅な減少や資源価格の低迷による輸出の伸び悩み等の影響で成長が鈍化し、2015年には2.3%に低下した。1人当たりGDP(2015年、名目)は4,182米ドルである。

モンゴル国は大統領制と議院内閣制の併用による共和制を取っているが、1990年の民主化以降4年毎に実施される総選挙では毎回政権交代が行われてきた。直近の2016年6月末の総選挙では、野党であったモンゴル人民党が76議席中65議席を獲得するという圧倒的勝利をおさめ、第一党となって8月に新内閣が発足した。

国内で営業している鉄道には、ウランバートル鉄道(UBTZ)、モンゴル鉄道(MTZ)、その他の鉱物資源輸送鉄道、発電所専用線等があり、軌間はロシアと同じ1520mm、そのほとんどが単線非電化である。モ国における鉄道の運営主体は複数あるが、本調査ではモ国における公共鉄道輸送の大宗を成すUBTZを主な対象としている。その運営する鉄道路線は総延長1,809.5kmあり、このうち1,108.7kmがロシアと中国を結ぶ幹線鉄道である。



### 1-2 運輸交通分野における開発課題

モンゴル国における貨物輸送量は2012年までの4年間で倍増しているが、道路輸送の伸びが著しい。貨物輸送のうち鉄道のシェアはトンベースでは38%であるが、トン・kmベースでは73%を占め、長距離大量輸送を担っている。旅客輸送は道路交通が圧倒的であるが、人・kmベースで見ると鉄道は30%を占め、長距離移動の交通手段として利用されていることが判る。

モンゴル産の石炭の仕向先は約70%が輸出用であり国内用は約30%程度である。輸出用石炭は全量が原料炭であり、陸路トラックで中国に輸出されている。国内向けは発電燃料用の一般炭

が主となっており、ほぼ全量を鉄道で輸送している。

このように、モンゴル国では鉄道は重要な輸送機関であるが、特に貨物輸送は石炭や銅等の豊富な地下資源に恵まれた同国の重要な経済インフラとなっている。しかし旧ソ連の支援で 1958 年頃までに整備された施設は、ソ連崩壊後は十分な維持管理がなされているとは言えず老朽化しており、適切な保守作業を行って安全性と安定性を確保することが急務となっている。

本調査が開始する直前の 2016 年 7 月末にも、北部のダルハン駅構内側線でロシアから中国へ向かう長大貨物列車が側線を走行中に脱線事故を起こし、6 両の貨車が脱線転覆するとともに軌道の一部が損傷を受けた。本線軌道については軌道検測車が定期的に走行してレールの状態を把握し、変状を発見すると修繕作業を実施しているのに対し、側線については検査担当要員による巡回検査のみの体制であり、その精度向上のために検測機器を導入する必要がある。今後モンゴル国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を図るためには、検測機器によるデータに基づいた効率的な線路保守作業導入が効果的であることは UBTZ の軌道保守関連部門の関係者が認識している。

### 1-3 鉄道分野における開発計画、関連計画、政策

2016 年 2 月 5 日に制定された国家開発計画「持続可能な開発ビジョンー2030」の中で、持続可能な経済開発を実現するためにエネルギー・インフラ分野を優先的に発展させる必要が謳われており、鉄道については鉱物資源輸送及びウランバートル迂回ルートの建設が掲げられている。

UBTZ としての中・長期計画としては 2016 年 8 月の新政権発足後、2020-2030 年をターゲットとした計画を策定中であるが、関係者へのヒアリングによれば ①将来需要予測を前提とした輸送力増強、②一部路線の複線化、構内有効長延伸、③軌道の強化（PC マクラギ化、バラスト投入、ロングレール化）等が計画されている。

我が国外務省が定める対モンゴル援助の基本方針（「対モンゴル国 国別援助方針」平成 24 年 5 月）の中で、石炭、銅等の豊富な地下資源に恵まれる同国への支援は、我が国への資源やエネルギーの安定供給確保にも資すると謳われており、重点分野の第 1 項目は鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化である。現在国内で産出され発電所等の燃料となる石炭のほとんどがウランバートル鉄道で輸送されており、また鉄道貨物輸送品目の内訳では 39.9%の 659.6 万トン石炭が占めている（2014 年 UBTZ 資料）。鉄道施設の整備水準を高め、安定した輸送機関として維持することは、鉱物資源開発を持続可能なものとするために重要な施策と位置づけられる。

### 1-4 鉄道分野における ODA 事業の先行事例

我が国 ODA による鉄道分野への支援としては、1990 年代に無償資金協力による「ザミンウード駅貨物積替施設整備計画」、有償資金協力による「鉄道輸送力整備計画」が実施された。また 2000 年代には無償資金協力による「鉄道線路基盤改修計画」、技術協力による「鉄道マスタープラン作成支援」が実施された。

UBTZ に対する他ドナーの援助実績はないとのことであるが、これは 50%がロシア資本であることの影響が考えられる。

## 2. 提案企業の製品・技術の特長及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業の製品・技術の特長

メモレールは、センサーを使った情報検知とその図化処理により、軌道の状態を示す基本要素5項目（高低・通り・軌間・水準・平面性）の値を測定し、搭載しているパソコンにデータをリアルタイムに数値とグラフで表示しながら検測する装置である。2011年度の我が国政府による対モンゴルノン・プロジェクト無償「途上国の要望を踏まえた工業用品等の供与」（以下「ノンプロ無償」）の一環で、UBTZにメモレール3台が供与された。

以前は人手による測定として「通り」「高低」は線路延長方向に対して一定の長さの糸を張り、この糸を基準にしてレールの上下の凹凸や横のゆがみを測る水系法（差分法）を用いた。また「軌間」「水準」は左右レールにゲージと呼ばれる物差しを当てて左右レールの間隔と高さの差を測定していた。こうした検査を効率的に計測する方法として軌道検測器が考案された。国内で同様な機能を持つ製品としては、A社のBと、C社のDがある。JRグループでは、東日本・北海道・四国がメモレールとD、東海がB、西日本と九州がDを使用している。

メモレールを維持管理するためにユーザーが行う作業としては日常点検と始業前点検、検測中・検測後清掃が必要である。ユーザー自身が実施する維持管理とは別に、日本では東研工業(株)が定期検査を1年に1回行っている。また検測中または輸送中に損傷があった場合には修繕作業が必要であるが、これも東研工業(株)が行っている。

### 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

インフラビジネスである鉄道業界が持続的成長を遂げるには、国内市場だけでなく新興国を中心とした海外市場への参入が重要であると考え。国内では大手検測機メーカーとの競争を続ける中、本調査にて東研工業(株)と国内地元企業である仙建工業(株)との連携が実現したため、成長著しいアジアに焦点を当て新たな市場を求めて、海外に活路を見出そうとした。

過去にノンプロ無償でメモレールを要請したのがベトナム国とモンゴル国であったが、モンゴル国は道路運輸省とUBTZが一体となってメモレールを有効に軌道検測に活用しようと熱心に検討していたことが、今回の対象国としてモンゴル国を選んだ理由である。

本調査で提案するメモレールは、これまでも東研工業(株)が製造し、(株)ニシヤマが販売を担当してきたが、今後の方針も同様と考える。モンゴル国におけるビジネス展開の方針は5-1で述べるが、早急な海外展開は困難と想定され、モンゴルへの現地法人設立は現時点で考えるに至っていない。現地ビジネスパートナーまたは代理店を設置する等のことは考えられるが、メモレールのような軌道検測器を使用した検測方法をモンゴル国内で規定化することが重要である。

### 2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国地域経済への貢献

東研工業(株)は一般機械金属加工を主としており、鉄道検測機製造（軌道検測機メモレール）の主な金属加工を自社で行っている。メモレールの海外輸出で販売が増加するに従い、自社の雇用拡大とともに、地元企業への波及効果も期待している。

東研工業(株)が海外進出で得た経験や実績、情報などを軌道検測機以外の鉄道機器（マクラギ検査機器、遊間測定器等）の開発・製造に結びつけることで、鉄道機器産業の生産拠点として地元経済の発展に貢献する。

### 3. 製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

##### 3-1-1 ウランバートル鉄道（UBTZ）の現状

モンゴル国における鉄道の運営主体は複数あるが、本調査では同国における公共鉄道輸送の大宗を成す UBTZ を主な対象としている。その組織と運営状況について、UBTZ 幹部からのヒアリングと同組織が開設しているホームページからの情報、その他過去の文献や参考資料をもとに現状を調査した。また、軌道保守に関連する現業部門の組織の実態については、ウランバートル近郊に所在する現業機関を訪問し、現場の関係者からヒアリングを行うとともに、使用している資機材類の確認を行った。

##### 3-1-2 過去に供与したメモレールの状況

2011 年度のノンプロ無償により UBTZ に供与された 3 台のメモレールは、UBTZ 保線担当部門、線路診断センター、運輸大学軌道学科にそれぞれ 1 台ずつ配置されていた。その後、保線担当部門（サインシャンド）に配置されていたメモレールが、2015 年 10 月に新設された鉄鉱山専用線（2016 年 4 月に開業し MTZ が運営している）に配置され、軌道検査に使用されている。

本調査では、線路診断センターと運輸大学に配置されたメモレールについて、関係者からのヒアリングと、メモレールのパソコンメモリに保存されたデータを調べることによって、納入後の使用実績を確認した。

今回の調査で線路診断センター所長からモンゴル語に翻訳したメモレール取扱説明書と、メモレールの特長と改善要望事項をまとめたペーパーが提出された。UBTZ 側でメモレールを実際に使用した結果をもとにその機能等についての要望を整理していたことが判り、本調査にて当事者からのヒアリングを行ってその真意を確認するとともに、今後導入する際にそれらの要望に対応できるか否かについて検討を行った。

##### 3-1-3 UBTZ の軌道の状態

本調査では、試用計画策定準備のために視察した駅構内での視察（保線作業の現場確認を含む）と、実際に試用活動（検測作業）を行った本線上で、作業に同行した際に軌道の状態を確認した。また、追加で検測作業を行うこととなった第 4 火力発電所の専用線についても、軌道状態を確認することができた。より広範囲の軌道状態を把握するためには、自走式の業務用車両で本線を走行する方法があるが、今回は調査期間が限られていたため、その手配を行うまでには至らず、営業旅客列車に乗車して沿線の視察と乗心地の確認を行った。

##### 3-1-4 メモレールの機能の理解促進

本調査では過去にノンプロ無償により供与したメモレールを利用して現場で試用活動を行うこととしたが、UBTZ のスタッフ自らが実測作業を行うことで、より多くの人にメモレールの実用性を理解してもらうことを企画した。メモレールを実地使用する場所としては、列車走行による軌道への負荷が大きい急勾配・急曲線区間を選定することとした。モンゴル側との協議の結果、バヤン駅南方の 452.5km から 456.5km までのカーブ区間で実測作業を行うこととした。

本調査の業務計画書段階では本線上でのメモレール試用活動のみを企画していたが、第 1 次現

地作業の結果、駅構内側線や工場等の専用線における軌道状態把握の必要性も想定されたため、側線・専用線での検測と軌道状態の把握作業を実施することとした。モンゴル側との協議の結果、ウランバートル駅構内から分岐する第4火力発電所の専用線での検測作業が可能となった。

第2次現地作業において、モンゴル側鉄道関係者を対象とした軌道保守セミナーを開催した。これは日本の保線作業の概要紹介と、メモレールの機能の概要説明を主な目的としたものである。また、調査団が想定したメモレールのモンゴル国での活用の可能性についても複数のアイデアを提示し、モンゴル側と意見交換を行うこととした。

### 3-1-5 極寒時の動作確認

過去にノンプロ無償で供与した3台のメモレールを使用した経験に基づき、モンゴル側から提出された要望事項のリストの中に「寒さに強いバッテリーを備えてほしい」という要望があった。またJICA関係者からもモンゴル国の特殊事情である低温時の機材の耐性について、できれば確認作業を本調査で実施できないかとの指摘があった。そこで当初10～11月頃に予定していた第3次現地作業の時期を2017年2月に繰り下げ、極寒時の動作確認を行うこととした。

### 3-3 モンゴルにおける製品・技術のニーズの確認

本調査で把握したUBTZの軌道保守体制の現状を踏まえて、今後メモレールを導入して効果が期待できる検測対象と目的を整理した結果は以下の通りである。

検測対象	検測目的	提案重要度
本線	軌道修繕作業後の仕上がり確認	◎
	徒歩による軌道変位点検時の精度向上	○
	軌道検測車での管理値超過箇所の現地確認	◎
	検測車による異常値発生時の軌道検測	△
副本線（駅構内）	軌道変位検査の精度向上	○
側線・専用線	軌道変位検査の精度向上	◎
建設線	敷設工事完了時の仕上がり確認	◎

UBTZでは過去にノンプロ無償で供与したメモレールを使用した結果を踏まえて要望事項をまとめており、線路診断センター所長から提出された。12項目の要望事項は軌道保守セミナーを開催した際にも質疑応答時に議論された。これらについて、既に使用中の機材に関する事項と、今後導入する際に納入する機材の仕様とに区分し、今後の対応の可能性について検討した。

### 3-4 モンゴルの開発課題に対する製品・技術の有効性及び妥当性の確認

モンゴル国において鉄道は重要な陸上交通機関としての役割を担っており、電力と温水暖房のエネルギー源である石炭輸送はこの国の社会経済活動を支えている。UBTZが運営する鉄道施設は旧ソ連の技術と支援により1958年頃までに整備され、ソ連崩壊後は十分な維持管理がなされたとは言えないが、本調査で視察した範囲においては、本線の軌道は予想より良好な状態に維持管理されていることが判明した。UBTZでは日本よりはるかに大規模な列車が組成され運転されて、軌道に与える負荷は大きく、日々軌道の破壊が進むためにその維持管理は重要となるが、太いレールを使いマクラギ本数を多くして強靱な設計としており、輸送量が年々増加している現状

を踏まえれば、軌道保守部門が継続的に保守作業を実施し維持管理に努めている結果であると想定される。

他方で、軌道検測車が走行しない駅構内側線や工場等への専用線については、検査係の徒歩巡回による非効率的な検査結果に基づいて軌道保守作業が計画されるため、必ずしも充分な状態に維持管理されているとは言えない状況にあることが判った。駅構内の側線は、本線で運転される長大列車も走行する補助的機能を有しており、今回の調査の直前である 2016 年 7 月にはダルハン駅構内で貨物列車が脱線事故を起こしている。また専用線は、発電所への燃料炭輸送や、鉱山からの鉱物資源輸送、政府の倉庫への物品輸送等それぞれに重要な使命を帯びた貨物輸送を担っており、比較的列車速度が低いために軌道の整備状態が悪くとも脱線事故が発生しにくい状況にあるとは言え、事故が発生すれば社会経済活動への影響は少なくない。

UBTZ の南北縦貫本線の延長は 1,108.7km であるが、この沿線の駅構内の側線の軌道総延長は 292.5km、更に工場や発電所等への専用線（UBTZ 管理区間）の軌道総延長は 215.1km に達する。メモレールを使って人力により検査を行う作業量の目安として、現在人力による静的検査を実施しているレール探傷器の実績を見ると 1 台の探傷器が月間 100～120km 程度の検査を行っているが、これと同様に稼働できると想定し検査周期を月 2 回とすると、メモレール 1 台当たりでカバーする範囲は延長 50km となる。即ち、側線や専用線で月 2 回の検査周期を全うするためにはレール探傷器並みの稼働を想定すると、延べの測定距離のみで単純計算すれば 10 台で実施する規模である。

過去にノンプロ無償で供与したメモレールを使って UBTZ で検測作業を実施した事実はあるが、継続的に軌道の変状を発見する手段としては必ずしも使用されていない。これは、軌道検測車が走行してそのデータをもとに必要な軌道保守作業を実施する規則と、各保線支区の軌道検査係や班長クラスが徒歩巡回によって軌道の状態を検測して手帳に記録し、その結果をもとに必要な軌道保守作業を実施する手続きが規定されている中で、メモレールによる検測結果が反映される余地が無かったこともメモレールが活用されなかった原因のひとつと想定される。

従って、今後メモレールを導入する場合には、モンゴル国における軌道保守作業の実施に係る作業フローの中にメモレールによる検測データが位置づけられることが望ましい。

我が国外務省が定める対モンゴル援助の基本方針の重点分野第 1 項目は「鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化」である。最近の中国経済の減速と世界的な資源価格の低迷により輸出品目としての鉱物資源の重要さは低迷しているが、国内の電力と温水暖房エネルギーを支える石炭の輸送には鉄道が依然として重要な役割を担っており、また 2016 年 2 月に制定された国家開発計画「持続可能な開発ビジョンー2030」においてもエネルギー・インフラ分野を優先的に発展させる必要性が謳われている。その実現に向けて鉄道の新線建設事業も位置づけられているが、新設鉄道においても列車が走行すれば常に軌道に負担がかかり保守作業を行って維持管理することが不可避である中で、軌道検測車による検査を補完するためにメモレールのように人力で静的検査を行う必要性は常にあり、本調査で確認した提案機材の導入の妥当性は高いと判断する。

## 4. ODA 案件に係る具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

モ国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を目指して、メモレールの普及により効率的な線路保守作業の導入を図るべく普及・実証事業を提案する。その目的は、「UBTZ の軌道保守管理部門が、検測機器により測定した正確なデータをもとに保守作業を計画する体制を導入し、適時・適切な軌道の維持管理を行う」こととする。

メモレールを活用した軌道検測をルーチンワークとするためのひとつの目安として、レール探傷器並みの周期でメモレールによる検査を実施すると想定すれば、同等な数量の機材が必要となるが、ODA 案件は UBTZ の組織全体でメモレールの有効性を共有するためのパイロット事業の性格を有するため、軌道保守を分担する各管区保線所単位（全国を 6 管区に区分している）で実際に機材使用活動を実施し、その後の本格的導入を導くこととする。その際には機材の台数増のみでなく、作業を行うオペレーター育成も必要であり、ODA 案件でその育成体制を支援することができれば、その効果は大きい。更に ODA 案件により、メモレールで検測したデータを静的検査の結果として軌道保守作業の一連の流れの中に位置づけることができれば、必然的に検査の精度が向上し、的確な保守作業を効率的に実施する体制づくりに貢献することが期待される。

今後モンゴル国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を図る策として、メモレールを活用した効率的な線路保守作業導入が効果的であることは UBTZ の軌道保守関連部門の関係者が認識している。しかしながら UBTZ は独立採算による運営が原則であり、軌道保守部門に配布される予算のうち、機材類の調達のために使える予算には限度がある。更に自己資金による機材調達手続きは、影響力の大きいロシア製品との比較優位で厳しい審査を経る必要があるため、メモレール活用の有効性を組織全体で共有するまでのパイロット事業として ODA 案件のデモンストレーション効果は大きな意義がある。

本事業の目的、成果、活動は以下の通りである。

目的：UBTZ の軌道保守管理部門が、検測機器により測定した正確なデータをもとに保守作業を計画する体制を導入し、適時・適切な軌道の維持管理を行う	
成果	活動
成果 1： UBTZ スタッフがメモレールの機能を十分に活用して検測作業と結果の評価ができるようになる。	1-1 メモレールの現場への配置計画策定 保線所の所在地は、ダルハン（第 1）、ウランバートル(UB)（第 2）、チョイル（第 3）、サインシャンド（第 4）、サルヒット（第 6）
	1-2 メモレールの製作と輸送 メモレール 5 台
	1-3 メモレールの取扱方法の研修 展開／格納作業、検測作業、評価方法、清掃作業等についての研修を、各配置現場の側線等に於いて実施する
成果 2： 軌道検測作業の規則にメモレール使用が位置づけられる。	2-1 UBTZ の軌道保守規則の改定案の提言 各管区の現場における軌道保守体制を確認し、メモレールを適切に活用する仕組みを検討する。その結果を踏まえ、UBTZ 本社にて軌道保守規則の改定案について協議し提言を行う。
成果 3： メモレールオペレーターを増員するため、取扱方法の研修を実施する体制が備わる。	3-1 UBTZ 内での人材育成体制の整備 線路診断センター（想定）において社内教育体制の整備を検討するとともに、研修計画を策定する。 必要により研修教材の作成についても助言する。
	3-2 UBTZ 内のトレーナーの育成 社内教育を実施できるトレーナーを育成する。

事業の実施期間は18カ月、事業費概算総額は8,520万円である。

#### 4-2 ODA 案件形成における課題と対応策

本事業では当該機材の使用を前提とすべく保守作業の規程類の改定への提言を活動のひとつとした。現行の規程類がどのレベルの権限で制定されているかを確認したところ、軌道検測車による検測結果を使用する規程はUBTZ副総裁が定めているとのことであり、UBTZに於いて使用する限りにおいては副総裁の判断で規程を改定することが可能と考えられる。但しMTZ或いは発電所や鉱山等UBTZ以外の鉄道においても使用することを想定する場合は、道路運輸開発省が定めることとなる。

また、軌道保守作業等でメモレールを使用するための位置づけとは別に、モンゴル国内で使用する測定機器類は政府の評価基準局の認定を得る必要がある。軌道の検測関係でも軌道検測車(デカルト)から簡易な道具である軌道ゲージに至るまで、この認定を得ているが、過去に供与したメモレールについてはこの手続きを行っていなかった。認定手続きにはそれほど時間を要しないとのことであるが、本格的導入の前提条件としてこの手続きは必要不可欠である。

提案企業側が抱える課題として、モンゴルの鉄道の軌間がロシアと同じ規格(1520mm)であって日本に存在しないため、提案企業側が抱える課題として、製造後の出荷前調整・検査に必要な試験軌道の確保がある。過去に3台を納入した際には、試験軌道を改造(軌間拡大)して借用する場所があったために出荷前の調整・検査を実施することができたが、現時点では存在しないため、たとえわずかな台数の製造であっても試験軌道を建設するか、或いは軌間を拡大して借用できる試験軌道を探す必要がある。

また、現地で使用するキリル文字に対応したソフトウェアや取扱説明書の改良、模倣回避のためのソフトウェアの難読化・暗号化等の初期投資も必要となるが、これらは普及・実証事業の概算事業額の中に含めている。

モンゴル国では、12月から3月までの厳寒期には、昼間で-20度程度、朝夕には-30~40度程度まで低温となる日が多く発生している。提案する機材の低温試験では、-20度以下になるとパソコンの動作が遅くなり、-30度程度で停止しているため、同機材の仕様としては使用環境を-20度以上としている。本調査で-20度前後では問題なく作業ができることを確認した。気温がこれ以下の環境においては携帯式の発熱剤をバッテリー付近に当てて保温を図る方法が考えられるが、モンゴル国においてはこのような商品は一般的には入手できない。パソコンは家電メーカーの製品を使用しており、耐寒性を強化した特別仕様の製品開発は現実的でないため、モンゴルにおいては現在の仕様を前提とした活用方法を検討せざるを得ないと考えている。

また南部の砂漠地帯では砂塵が吹き荒れる時期があり、こうした環境下では機器類の故障が予想されるため、やはり検測作業を避けることを前提とした活用方法を検討せざるを得ないと考えている。

## はじめに

### 1. 調査名

モンゴル国効率的な鉄道線路保守作業の導入に係る案件化調査

### 2. 調査の背景

モンゴルの鉄道（ウランバートル鉄道／UBTZ）は北のロシア、南の中国との国境を結ぶ南北縦貫路線を中心に延長 1810km のネットワークを有しており、石炭を始めとした鉱物資源を含む国内貨物輸送量の約 7 割を担う重要な交通機関となっている。鉄道施設は旧ソ連の技術と支援により 1958 年頃までに整備されたが、ソ連崩壊後は維持管理が充分とは言えず、軌道の状態は重量貨物列車が高い頻度で走行するために充分整備されているとは言い難い。

### 3. 調査の目的

鉄道施設の整備水準を高め、安定した輸送が維持されることを目的として、提案企業の軌道検測装置の活用可能性を調査する。

### 4. 調査対象国・地域

モンゴル国ウランバートルを中心に、ウランバートル鉄道線路を有する地域

### 5. 団員リスト

氏名	担当業務	所属
鈴木 貴丈	業務主任者	東研工業株式会社
庄司 行宏	ビジネスモデル／計測計画	東研工業株式会社 (補強：株式会社ニシヤマ)
長谷川 純司	計測データ解析	同上
小倉 迪郎	チーフ・アドバイザー	ジェイアール東日本コンサルタンツ
岡本 茂	事業計画／ODA 案件化	同上
河野 和久	線路保守計画	仙建工業株式会社
佐々木 亨	線路保守管理基準	同上
今野 恒志郎	線路保守作業計画	同上
Mr. Otgonsuren Bolorbaatar	現地情報収集／通訳	個人

### 6. 現地調査工程

#### 【第 1 次現地作業】 2016 年

	日	曜	行程
1	7/31	日	成田（仙台）発 ウランバートル着
2	8/1	月	道路運輸省表敬、UBTZ 幹部表敬、情報ヒアリング、JICA 事務所打合せ
3	8/2	火	UBTZ 第 2 管区保線所訪問、UBTZ 線路診断センター訪問・情報ヒアリング、UBTZ 大型修繕機械基地視察（Amgalan）
4	8/3	水	UBTZ 本線の視察（UB からズーンハラまで列車に乗車／帰路車で現場視察）
5	8/4	木	UBTZ 線路診断センターにて第 2 管区保線所関係者からヒアリング
6	8/5	金	UBTZ 線路診断センターにてノンプロ無償で供与したメモレールの使用実績調査、線路診断センターの設備・活動実績等についてヒアリング

7	8/6	土	UBTZ 第2管区保線所関係者からヒアリング
8	8/7	日	(団員5名帰国) 資料整理
9	8/8	月	日本大使館書記官表敬、道路運輸省検査官と打合せ、 第2管区保線所関係者にメモレール操作指導、駅構内での保線作業視察
10	8/9	火	UBTZ 関係者から情報収集、第2管区保線所関係者にメモレール操作指導、 JICA 事務所報告
11	8/10	水	(団員2名) ウランバートル発 帰国

### 【第2次現地作業】2016年

	日	曜	工程
1	9/7	水	成田(仙台)発 ウランバートル着
2	9/8	木	モンゴル側への第2回調査の概要説明、12日の現地検測作業の準備/指導、 JICA 事務所打合せ
3	9/9	金	メモレール試用活動実施場所(UBから約50km余り南方)を走行する旅客列車に 乗車。帰路、12日の試用活動開始場所の軌道状態等を視察。 バヤン駅構内で軌道保守作業視察、ホンホル駅構内で日常的軌道検査作業の視察
4	9/10	土	資料整理、軌道保守セミナーの準備
5	9/11	日	資料整理
6	9/12	月	メモレール試用活動実施(452k250~456k600を徒歩で検測)
7	9/13	火	試用活動で測定したデータの整理、軌道保守セミナーの準備 UBTZ 国際部長表敬/情報提供依頼、UBTZ 軌道施設局総括技師と協議 運輸大学訪問/メモレール使用実績確認 第4火力発電所専用線でのメモレール試用活動実施
8	9/14	水	日本の軌道保守作業紹介を中心としたセミナーを実施、 UBTZ 軌道保守に係る意見交換
9	9/15	木	ODA 事業による課題解決策について意見交換 第3回現地調査までにUBTZ 側で実施する作業内容の確認
10	9/16	金	(一部団員帰国) メモレールで測定したデータ評価方法の指導、JICA 事務所報告、 道路運輸開発省との打合せ
11	9/17	土	資料整理、モンゴル語資料解読
12	9/18	日	ウランバートル発 帰国

### 【第3次現地作業】2017年

	日	曜	工程
1	2/8	水	成田(仙台)発 ウランバートル着
2	2/9	木	道路運輸開発省/UBTZ と協議、ODA 事業の手続き説明
3	2/10	金	低温時のメモレール検測作業、線路診断センターの技師他と意見交換
4	2/11	土	UB からダルハンまで列車に乗車、ダルハン第1、第2 駅構内視察
5	2/12	日	資料整理
6	2/13	月	道路運輸開発省/UBTZ と協議、運輸大学のメモレール使用状況確認
7	2/14	火	運輸大学にてメモレール操作方法の紹介、JICA 事務所報告
8	2/15	水	ウランバートル発 帰国

# 案件化調査

## モンゴル国 効率的な鉄道線路保守作業の導入に係る案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業：東研工業株式会社
- 提案企業所在地：宮城県仙台市
- サイト・C/P機関：ウランバートル鉄道が運営する鉄道営業線



### モンゴル国の開発課題

モンゴル国では鉄道は重要な輸送機関であるが、特に貨物輸送は石炭や銅等の豊富な地下資源に恵まれた同国の重要な経済インフラとなっている。しかし旧ソ連の支援で整備された施設は老朽化しており、適切な保守作業を行って安全性と安定性を確保することが急務となっている。

### 中小企業の技術・製品

「メモレール」は折り畳み式の軽量で操作が容易な軌道検測装置であり、軌道の軌間、水準、高低、通り、平面性を検測できる。また搭載するパソコンにより、データをリアルタイムでグラフ化してモニターで確認できるのみでなく、帳票出力も可能である。

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

**普及・実証事業**：軌道の変状を検測する「メモレール」を使用し、正確なデータに基づく適切な保守作業実施体制の導入を図ることにより、列車運行の安全性が確保される。事業実施後の持続性確保のため、要員育成と保守作業規程改訂への提言を成果に含める。

### 日本の中小企業のビジネス展開

モンゴルにおける重要な公共輸送機関であるウランバートル鉄道で「メモレール」の普及を図ることにより、既に営業している鉱産物輸送専用鉄道や、今後計画されている石炭輸送のための鉄道新線への販売拡大を目指す。日本国外における機材の維持管理方法の経験を踏まえて、将来的にはアジア各国への展開を図っていく。

# 第1章 モンゴル国の現状

## 1-1 モンゴル国の政治・社会経済状況

### 1-1-1 概況

モンゴル国の面積は156.6万km<sup>2</sup>で、東西2,400km、南北1,200kmに亘る広大な国土は日本の約4倍、平均高度は約1,500mの高原国家であり、北はロシア、南は中国に挟まれた内陸国である。人口は313万人（2016年NSO）、人口密度は2.00人/km<sup>2</sup>で世界一低い国である。内陸国で海から離れており標高が高いため、大陸性気候で年間を通じて雨量が少なく空気が乾燥している。地域により異なるが全域の年間平均気候はマイナス2.9度であり、年間降水量は北部ハンガイ山脈、ハンガイ草原帯では400mm、ゴビ砂漠等南部は100mm以下である。

民族としてはモンゴル人が全体の95%、カザフ人等が5%で構成されている。使用される言語はモンゴル語（国家公用語）、カザフ語である。

宗教としてはチベット仏教が社会主義時代は衰退していたが民主化（1990年）以降に復活し普及している。1992年2月の新憲法は信教の自由を保障している。

ソ連に次ぐ世界で二番目の社会主義国であったモンゴル人民共和国が、旧ソ連・東欧圏の改革に呼応する形で民主化・市場経済化を図り、1990年に複数政党制を導入、1992年には憲法を改正して現在のモンゴル国が誕生した。

首都はウランバートルで人口の4割強にあたる139.6万人（2015年NSO）が居住している。主要産業としては鉱業、牧畜業、流通業、軽工業等である。GDP構成比としては、一次産業（農林水産）が16.5%、二次産業（工業、電力を含む）が32.6%、三次産業（通信や金融、小売り等サービス関連）が50.9%である。

### 1-1-2 経済

名目GDPは111億1,240万米ドル（2016年モンゴル銀行速報値）、1人当たりGDPは4,182米ドル（2015年NSO速報値）であった。また失業率は8.6%（2016年末時点NSO）である。

通貨はトゥグルグ（MNT）で1米ドル=2,145.52トゥグルグ（2016年通年平均NSO）である。

1990年民主化以降、日本を始めとする各国や国際機関の指導、助言及び支援により市場経済化に向けた構造改革を推進し、1994年に初めてプラス成長に転じた。その後も順調に経済が発展してきたが、2008年、世界的な金融・経済危機の影響を受け、2009年にはマイナス成長となった（-1.3%）。その後、2010年に入り、鉱物資源分野の順調な発展に加え、鉱物資源の国際相場の回復が内需の拡大を後押ししたことにより、2010年の経済成長率は6.4%、2011年には17.3%、2012年も12.3%と高い成長率を維持していたが、2013年は11.6%、2014年は7.8%と低下が見られる。外国直接投資の大幅な減少や資源価格の低迷による輸出の伸び悩み等、依然として厳しい状況が続く中、成長率は2015年に2.3%に低下し、懸念されてきたインフレ率は市場経済移行後、過去最低水準である1.1%（2016年平均NSO）にまで落ちてきている。

2016年度国家予算の規模としてはNSOの情報によれば、歳入：28億7,119万米ドル、歳出：39億9,386万米ドル、収支：11億2,266万米ドルの赤字である。

貿易額としては、輸出が 49 億 1,733 万米ドル、輸入が 33 億 5,794 万米ドルで、約 15 億 5,593 万米ドルの輸出超過である。(2016 年 NSO 速報値)

モンゴル国は鉱物資源が豊富でありかつ牧畜が盛んである。主な輸出品目は鉱物資源（石炭、銅精鉱、蛍石など）、原油、牧畜産品（カシミア、皮革）、また輸入品目は石油燃料、自動車、機械設備類、日用雑貨、医薬品である。

主要な貿易相手国は、輸出先として中国、英国、スイス、ロシア、ドイツ、輸入相手は中国、ロシア、日本、韓国、米国である。

一方経済分野における諸問題として、①中・露両隣国に過度に依存した経済（モンゴル国の輸出全体の 9 割は対中国。石油燃料のほぼ 100%はロシアからの輸入に依存。）、②インフレ率高騰の懸念、③格差の拡大などに対する懸念が挙げられる。特に、資源ナショナリズムの台頭及び外資規制の結果としての外国直接投資の大幅な減少や、資源価格の低迷等により、景気が低迷し、財政の悪化が鮮明になり、外債の償還を不安視する見方がある。

モンゴル国は、豊富な鉱物・エネルギー資源の埋蔵量を誇り、資源開発投資や資源輸出を通じて、長期的には所得水準の大幅な向上が見込める。しかし、短中期的には対外債務のリファイナンスリスクが高まっており、国際的な投資環境、市況が悪化すれば、再び経済危機に陥る可能性も否定できない。

2016 年の政権交代後、モンゴル政府は IMF と交渉を続けていたが、IMF が 3 年間で計約 4 億 4,000 万米ドルを融資することについて 2017 年 2 月 19 日に実務者レベルで合意した。モンゴル政府と IMF は、経済改革により 2019 年までに 8%成長を回復する目標で一致している。

日本との貿易概況としては、モンゴル国の日本向け輸出額は、過去 20 年間変動を繰り返しながら推移している。2015 年には 1995 年の最高水準に比べ半減した。2016 年の日本向け輸出額は 1,403 万米ドルで前年比約 4 割減少している。主要品目としては繊維製品、アルミニウム、一般機械である。

一方、モンゴル国の日本からの輸入額は 2011～2012 年には高水準で推移した。2013 年以降の輸入額は、資源価格の下落、経済成長の減速等を背景に 3 年連続減少している。2016 年の日本からの輸入額は 3 億 3,016 万米ドルである。主要品目としては自動車、一般機械、建設・鉱山用機械であり、自動車が総額の 56%を占める。

我が国からの直接投資は累計 2 億 693 万米ドル（2013 年 9 月現在、モンゴル外国投資庁）であり、本邦企業の支店開設数は支店としてはゼロであるが、駐在出張所は 37 社あり、現地法人化した企業としては 326 社（外務省海外在留邦人数調査統計：平成 28 年要約版）ある。

日・モンゴル経済連携協定（EPA）交渉は、2012 年 6 月以降 7 回開催され、2014 年 7 月に大筋合意に至り、2015 年 2 月に署名された。

### 1-1-3 政治と外交

#### (1) 政治体制・内政

モンゴル国は大統領制と議院内閣制の併用による共和制を取っている。行政区分としては首都であるウランバートル市を除き、21 県（アイマク）で構成されている。アイマクの下には郡

に当たるソムが合計 347、その下の村に当たるバグが合計 1,681 ある。

1990 年の民主化後の総選挙では毎回政権交代が行われてきたほか、政権の枠組みも必要に応じ変更されている。2016 年 6 月末の総選挙では、中選挙区・比例代表並立制から小選挙区制に変更される等、大幅な選挙制度改革が実施された。投開票の結果、野党であったモンゴル人民党が 76 議席中 65 議席を獲得し圧倒的勝利をおさめ、第一党となった。

首相には、セレンゲ県知事及び大蔵大臣を務めた経歴を有するジャルガルトルガ・エルデネバト議員が任命され（2016 年 7 月 8 日就任）、同内閣は 13 省 16 閣僚体制とする省庁再編を行い「プロフェッショナル内閣」を目指す新内閣が発足した。

モンゴル国の大統領はツァヒヤール・エルベグドルジ氏（2013 年 7 月再任）が 2 期目となっている。また、外務大臣はツェンド・ムンフォルギル氏（2016 年 7 月 23 日就任）である。

## (2) 外交

社会主義時代、モンゴル国はソ連との関係が深かったが、現在は、国境を接する中国とロシアの 2 大国に対してどちらにも偏らないバランスを保持しつつ、「第三の隣国」と位置づける日本、韓国、米国、欧州等との関係強化を図ることを外交・安全保障の基本方針に据えている。

1991 年 9 月、非同盟諸国会議、1998 年 7 月 ASEAN 地域フォーラムに加盟するなど大国に挟まれた小国として多面的・多角的な外交戦略を展開している。

### ア. 二国間外交

モンゴル国の外交方針の基本は隣国である中国とロシアとのバランスの取れた外交関係を展開しながら、両隣国に過度に依存することなく「第三の隣国」と位置付ける欧米・日本との関係を発展させることである。中でも日本との関係は特に重視されており、2015 年第 1 四半期には国家大会議議長、首相、閣僚、国家大会議議員が相次いで来訪したこともその証左と言える。

### イ. 国際場裡における外交

1991 年 9 月に非同盟諸国会議に加盟した。また 1998 年 7 月、ARF（ASEAN 地域フォーラム）参加した。2006 年 9 月には ASEM（アジア欧州会合）に加盟し、2016 年 7 月 15 - 16 日にはウランバートルにて第 11 回 ASEM が開催され議長国として会議を主催した。

1992 年 9 月、「モンゴルの非核地帯化」を宣言し、1998 年 12 月「非核兵器国の地位」が国連総会決議で承認された。2012 年 9 月には、国連安保理常任理事国 5 カ国がモンゴルの「一国非核の地位」を支援する旨の共同宣言を行った。

### ウ. 日本との関係

日本とモンゴル国は 1972 年 2 月に外交関係が樹立されて以来、また 1990 年に民主化・市場経済化への移行を始めてから現在に至るまで両国関係は幅広い分野で着実に進展している。

モンゴル国は中国とロシアに挟まれ、地政学的に重要な位置を占める。同国の民主主義国家としての成長は我が国の安全保障及び経済的繁栄と深く関連しており、北東アジア地域の平和と安定のためにも重要な役割を果たす。また、同国は石炭、銅、ウラン、レアメタル、レアアース等の豊富な地下資源に恵まれており、我が国への資源やエネルギーの安定的供給確保の観点からも重要である。我が国は世銀との共同議長の下、1991 年 9 月の第 1 回から 1997 年 10 月の第 6 回までモンゴル支援国会合を東京にて開催した他、国際舞台においても積極的に対モ

モンゴル支援のイニシアティブを發揮している。

2012年4月策定の対モンゴル国別援助方針においては、大目標を持続可能な経済成長を通じた貧困削減への自助努力支援とし、3分野を重点としている。重点分野は、① 鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化、② 全ての人々が恩恵を受ける成長の実現に向けた支援、③ ウランバートル都市機能強化である。

我が国の援助実績として2014年度までに円借款890.94億円、無償資金協力1079.02億円、技術協力466.65億円を実施している。

東日本大震災発生後、モンゴル国からの支援として、①緊急支援隊12名と非常事態省長官1名の派遣、②毛布・セーターなどの防寒着の救援物資、③約3億円の義捐金が実施された。

(参考資料) 123

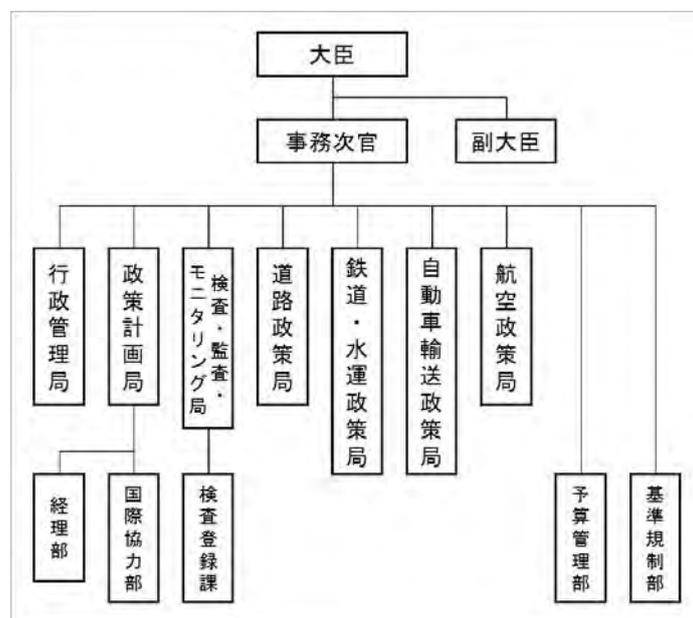
#### 1-1-4 運輸交通分野の現状

##### (1) 道路運輸開発省の組織

運輸交通分野を管轄するのはこれまで道路運輸省であったが、2016年6月の総選挙の結果、政権交代となり、7月23日に新閣僚が決まった。8月15日付の大臣令で省の名称に「開発」が加わり「道路運輸開発省」となった。この時いくつかの省の統廃合があったが、同省については担当業務の内容に変更はない。

鉄道行政は鉄道・水運政策局が司るが、これと別にすべての交通機関を横断的に監督する検査・監査・モニタリング局があり、新設鉄道線路の使用開始認可や事故発生時の調査等には検査登録課が関与している。

2016年8月現在の道路運輸開発省の組織概要は以下の通りである。



【図 1-1 道路運輸開発省の組織図】

(JICA 調査団作成)

1 モンゴル国基礎データ：外務省 2017年3月

2 モンゴル投資ガイド：JICA 2013年1月

3 モンゴル概況 2017年2月：JETRO

## (2) 鉄道

### ア. UBTZ：ウランバートル鉄道

モンゴル国で最初に鉄道が開業したのは 1938 年にウランバートルと炭鉱の町ナライハ間 43km の区間である。次にロシアから中国に向かって南北に貫く鉄道は 1949 年ロシア国境ナウシキからウランバートルまでの約 400km、1956 年にはウランバートルから中国国境ザミンウードまでの約 700km の幹線が軌間 1520mm の鉄道として開業、ロシア国境から中国国境までの幹線約 1,100km が全通した。その後開業した支線 6 線を含めて、軌間はロシアと同じ 1520mm、営業キロ 1,810km であり、全線ほとんどが単線非電化である。

1949 年にソビエト社会主義共和国連邦政府、モンゴル人民共和国政府出資によるウランバートル鉄道 (UBTZ) が発足し鉄道運営を行ってきた。モンゴル政府、ロシア政府は資本を 50% ずつの割合で保有していたが、2009 年ロシア政府保有部分はロシア鉄道に移行された。



【図 1-2 UBTZ と MTZ の鉄道路線図】

(JICA 調査団作成)

### イ. MTZ：モンゴル鉄道

2008 年 3 月にモンゴル政府 100% 出資のモンゴル鉄道株式会社 (MTZ) が発足した。目的は、鉄道施設の建設・運営、鉄道輸送、施設・車両の維持管理、公的及び海外からの鉄道投資運用等であり、同社はザミンウード駅の貨物設備の運営等も行っている。

営業する鉄道路線としては、2016 年 4 月に開業したトゥムルティ鉱山から鉄鉱石を運搬する専用線を運営している。また今後建設されるタバントルゴイから南線、東線の 1,800km に及ぶ新線も保有予定である。

なお、2016 年の政権交代後、モンゴル政府の UBTZ および MTZ の資本持ち分の所掌が大蔵省から道路運輸開発省に移管され、鉄道行政が道路運輸開発省に一本化された。

### ウ. 鉱物資源輸送鉄道、発電所専用線等

モンゴル国内には上記のほか、石炭や銅等の鉱物資源輸送を目的とした私有鉄道や、発電所

が管理する燃料炭輸送用専用線等がある。本調査の第2次現地作業で軌道状態の検測を行った第4火力発電所専用線も、発電所が運営管理する専用線のひとつである(3-1-4(1)、3-2-4(1)にて後述)。

2009年には石炭、銅等の資源輸送のための鉄道インフラ整備を目的として、ロシア鉄道50%、モンゴル鉄道25%、モンゴル国有鉱山関連会社25%の割合の出資でインフラ開発会社(IDC: Infrastructure Development Company)が設立された。

また2001年に設立した私企業(BTEG: Boroo Tumur Eruu Gol)は、セレンゲ州のYuroo鉱山の採掘権を有し、85kmに及ぶ路線を有し、UBTZのドラーン駅で接続している。2010年に3両の機関車、1,000両の無蓋車(ロシア製)、2,000両の有蓋車(中国製)を調達し、UBTZより多くの車両を所有している。2011年には機関車9両が試験運転し、4両がUBTZ本線で、5両が会社専用線で運転されている。

またこれ以外にEnergy Resource Railは2008年にタバントルゴイ～ガシューンスハイト間の鉄道建設許可を得ており、MAKはナリンスハイト～シビーフレン間の建設許可を得ている。

上記のようにモンゴル国における鉄道の運営主体はいくつか存在するが、本調査ではモンゴル国における公共鉄道輸送の大宗を成すUBTZを主な対象としている。その運営する鉄道路線は総延長1,809.5kmあり、このうち1,108.7kmがロシアと中国を結ぶ幹線鉄道である。238kmが東部モンゴルにおける別系統の路線でロシア鉄道と連結しており、残りの462.8kmは幹線から分岐する支線である。

### (3) 道路

国内の道路整備状況は経済発展の速度に比して遅れている。2012年において全国の改良道路総延長は7,918.9kmであるが、そのうち舗装道路は4,348.4km、礫道は1,959.2km、改良土砂道は1,610.8kmである。<sup>4</sup>

モンゴル国は1990年からアジアハイウェイ・プロジェクトに参画し、現在Millennium Roadをアジアハイウェイとして選定して総延長4,286kmに対しAH3、AH4、AH32の路線番号を付与している。しかし、このうち未舗装で通年通行可能な区間が72%を占めており、これらの未整備区間の整備が大きな課題である。



【図1-3 アジアハイウェイ路線】

(出典：国土交通省ホームページ)

<sup>4</sup> Mongolian Statistical Yearbook 2012: National Statistical Office

一方、自動車保有台数は【表 1-1】に表すように毎年 10%以上増加している。人口の 4 割が集中しているウランバートルでは、曜日により車のナンバーで走行可能な車両数を制限しているものの、交通渋滞は激しい現状である。

また【図 1-4 モンゴル国内の交通機関別輸送量】に表すように自動車交通による貨物輸送量は急激に増加している。

【表 1-1 自動車保有台数】

年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
合計	224,068	254,486	312,542	345,473	384,864	437,677
乗用車	153,906	172,583	208,512	28,650	259,309	303,724
トラック	47,291	61,841	75,090	83,718	89,473	96,581
バス	16,136	16,366	22,547	21,642	20,400	20,650
特殊車両	6,735	3,696	6,391	11,463	15,682	16,722

(Statistical Yearbook に基づき JICA 調査団作成)

#### (4) 航空

内陸国であるモンゴル国にとって社会経済活動において空運は重要である。国際航空輸送のほとんどは首都ウランバートルのチンギスハン国際空港が使用されている。2012 年の統計ではモンゴル国全体での航空旅客数は 77.0 万人（うち国際線は 44.2 万人）、国際線の離着陸回数は 6,353 回/年である。国内航空については、ターボプロップ航空機専用の地方空港が 23 ある。運輸許可を受け定期便を運航している航空会社は、MIAT モンゴル航空、フンス・エア、アエロ・モンゴリアの 3 社である。

現在のチンギスハン国際空港は、南側と東側を山に囲まれ、離陸時は北西側のみしか利用できないという立地上の問題から遅延や欠航が発生しやすく、また現在位置では拡張を行えない。2013 年より首都南方約 50km の Khushigt Valley に新ウランバートル国際空港を円借款事業により建設中であり、2018 年に開業予定である。

### 1-2 運輸交通分野における開発課題

モンゴル国は広大な国土に、世界でも有数な人口密度が低い国家である。従って、運輸交通分野の役割は国家経済にとって大変重要である。

運輸交通手段として鉄道、道路、航空、水運がある。交通分野ごとの 2012 年まで 4 年間の輸送モード別輸送量は下表のとおりである。

【表 1-2 モンゴル国の年間輸送量】

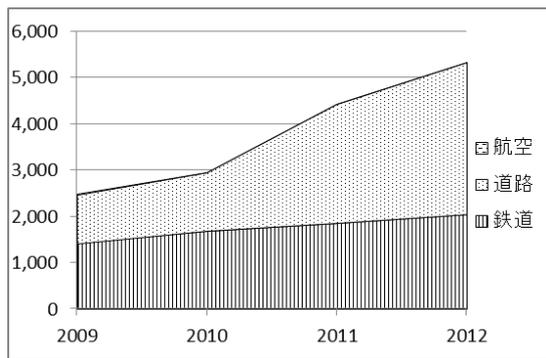
年度	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	単位	
貨物輸送	合計	9,016.4	12,124.8	16,336.7	16,613.4	百万トン・km
	鉄道	7,852.1	10,286.7	11,418.7	12,142.7	
	道路	1,160.7	1,834.0	4,910.3	4,461.0	
	航空	3.7	4.2	7.7	9.7	千トン
	合計	24,736.7	29,415.9	44,086.0	53,348.0	
	鉄道	14,171.5	16,804.0	18,447.7	20,445.2	
	道路	10,563.8	12,610.2	25,635.3	32,898.9	
航空	1.4	1.6	2.9	4.0		

旅客輸送	合計	3,179.2	3,607.4	4,695.4	4,971.6	百万人・km
	鉄道	1,008.5	1,220.0	1,399.7	1,485.4	
	道路	1,535.8	1,480.2	2,321.6	2,263.1	
	航空	634.9	907.2	973.9	1,222.9	
	水運	0.070	0.044	0.252	0.198	
	合計	232.5	250.6	296.2	318.7	百万人
	鉄道	3.1	3.5	3.8	4.0	
	道路	229.0	246.7	291.8	313.9	
	航空	0.3	0.4	0.6	0.8	
	水運	0.004	0.011	0.013	0.011	

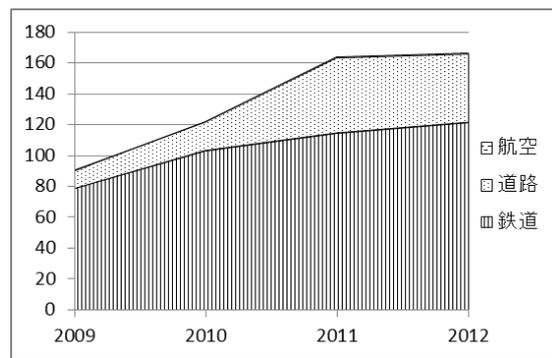
(Statistical Yearbook <sup>5)</sup>に基づき JICA 調査団作成)

(注: 単位のトン・km は輸送した貨物の重量にそれぞれの輸送距離を掛け合わせて累計した値、同様に人・km は人数にそれぞれの移動距離を掛け合わせて累計した値)

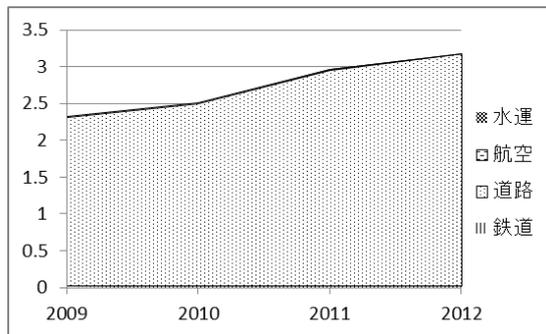
これをグラフで表すと下図の通りである。貨物輸送量が倍増しているが、道路輸送による伸びが著しい。貨物輸送のうち鉄道のシェアはトン・km ベースで見ると 70%程度であり、長距離大量輸送を担っていることが分かる。旅客輸送は道路交通が圧倒的であるが、人・km ベースで見ると鉄道は 30%程度あり、長距離移動の交通手段として利用されていることが分かる。



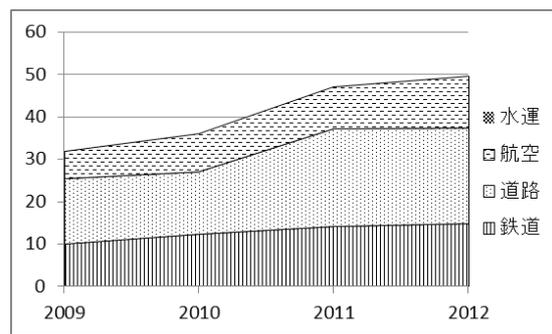
貨物輸送量の推移 (万トン)



貨物輸送量の推移 (億トン・km)



旅客輸送量の推移 (億人)



旅客輸送量の推移 (億人・km)

【図 1-4 モンゴル国内の交通機関別輸送量】

(Statistical Yearbook に基づき JICA 調査団作成)

<sup>5</sup> Mongolian Statistical Yearbook 2012: National Statistical Office

モンゴル国の石炭生産量の推移をみると、2000年頃から着実に増加傾向を見せていたが、2010年には中国の経済成長に伴う石炭需要の急速な増加や、モンゴル国内の建設分野拡大に伴う電力需要の拡大、タバントルゴイの大規模炭田開発の進展により2,500万トンを記録し、以降3,000万トン前後で推移している。仕向先別でみると、約70%程度が輸出用であり国内用は約30%程度である。輸出用石炭は全量原料炭で陸路中国に輸出されている。国内向けは発電用の一般炭が主となっており、鉄道ではほぼ全量輸送している。

【表 1-3 石炭生産量と鉄道による輸送量】 (単位：千トン)

年度	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
石炭生産量	10,071.9	14,442.1	25,161.9	32,029.7	29,926.1	30,123.3	25,287.8
輸出用石炭	4,169.3	7,113.2	16,726.2	21,296.0	20,915.5	18,373.1	19,499.0
国内用石炭	5,843.2	6,426.2	6,905.8	6,815.3	—	—	—
鉄道輸送量	5,432.0	5,390.0	5,830.0	—	6,098.5*	6,617.0*	6,596.0*

(Statistical Yearbook、NEDO 報告書 6、UBTZ からの情報 \*に基づき JICA 調査団作成)

このように、モンゴル国では鉄道は重要な輸送機関であるが、特に貨物輸送は石炭や銅等の豊富な地下資源に恵まれた同国の重要な経済インフラとなっている。しかし旧ソ連の支援で1958年頃までに整備された施設は、ソ連崩壊後は十分な維持管理がなされているとは言えず老朽化しており、適切な保守作業を行って安全性と安定性を確保することが急務となっている。

ロシアと中国を結ぶ国際交通網の一翼を担う南北縦貫線の本線については、レールの重量化や、マクラギの木製からコンクリート(PC)製への置き換え等、限られた予算の中で年々軌道強化が進められているのに対し、駅構内の側線や工場等への専用線については後回しになっているのが現状である。

本調査が開始する直前の2016年7月末にも、北部のダルハン駅構内側線でロシアから中国へ向かう長大貨物列車が側線を走行中に脱線事故を起こし、6両の貨車が脱線転覆するとともに軌道の一部が損傷を受けた。本線軌道については軌道検測車が定期的に走行してレールの状態を把握し、変状を発見すると修繕作業を実施しているのに対し、側線については検査担当要員による巡回検査のみの体制であり、その精度向上のために検測機器を導入する必要がある。今後モンゴル国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を図るためには、検測機器によるデータに基づいた効率的な線路保守作業導入が効果的であることはUBTZの軌道保守関連部門の関係者が認識している。

### 1-3 鉄道分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

#### 1-3-1 国家開発計画<sup>7</sup>

モンゴル国の「持続可能な開発ビジョンー2030」が国家大会議(最高意思決定機関の国会に該当)において2016年2月5日に承認され内閣に指示された。目標年度の2030年には“モンゴル国は国民1人当たりの所得を中進国の上位に位置し、持続的成長を遂げる多様化した経

<sup>6</sup> モンゴル南ゴビ地域(タバントルゴイ炭田)の石炭資源開発に係るアジア太平洋地域向けの輸送インフラの検討: 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成24年2月

<sup>7</sup> Long-term Sustainable Development Vision of Mongolia /2016-2030/: The State Great Khural of Mongolia

済を有し、裕福な中間層が大半を占め、生態的均衡の取れた民主国となる”ことをビジョンで述べている。

具体的な目標として 10 項目、指標として 20 指標を設定している。主なものとして、経済成長率、国民 1 人当たり GNI、平均寿命、貧困率、ジニ係数、教育レベル、砂漠化低減率、自給率等が定められている。

このビジョンの中で、持続可能な経済開発を実現するためにエネルギー・インフラ分野を優先的に発展させる必要性が謳われている。鉄道については鉱山からの鉄道敷設と供用開始が目標として掲げられている。第一段階 (2016-2020 年) としてウファーフダグ (タバントルゴイ) ～ガシューンスハイト間の敷設・利用開始、エルデネト～オボート間、ボグドハン鉄道の工事開始、第二段階 (2021-2025) として、エルデネト～オボート間、ボグドハン鉄道の敷設工事の完了、更に第三段階 (2026-2030) として地方における鉄道敷設を完了することが謳われている。また、同時に国際競争力の向上の観点から、輸送コストの削減が必須であることも謳われている。

### 1-3-2 鉄道分野の計画

UBTZ としての中・長期計画としては、現在、2020～2030 年をターゲットとした計画を策定中で、2016 年中には議論を経た後に公表される予定とのことであったが、第 3 次現地作業を実施した 2017 年 2 月時点においても公表される状況には達していなかった。従って内容についての資料は入手できなかったが、関係者のヒアリングによれば ①将来需要予測を前提とした輸送力増強、②一部路線の複線化、構内有効長延伸、③軌道の強化 (PC マクラギ化、バラスト投入、ロングレール化) 等が計画されている。

また、国家開発計画にあるボグドハン鉄道 (ウランバートル迂回線) 計画は、ウランバートルの前後に勾配区間、急曲線区間が多く輸送上の隘路となっているため、ウランバートル市南のボグドハン山地を越えた迂回線を新設して輸送力を増強する計画であり、途中で建設中の Khushigt Valley の新空港付近を通過する 149.1km の路線である。アジア開発銀行が設計の公募手続きを進めている。

鉱物資源を輸送する鉄道の新設計画として 2010 年 6 月に ”State Policy on Railway Transportation Parliament resolution No.32” が決定された、この中で Phase I として 1,100km、Phase II として 900km、Phase III として 3,600km の新線建設が計画されている。<sup>8</sup>

その後、2012 年 11 月に前述の Phase I、II を同時に実施する鉄道新線プロジェクトとして ”Government Resolution No.121” が決定され、その実施計画も同時に決定された。<sup>9</sup> この計画によると、南線はウファーフダグ (タバントルゴイ) からガシューンスハイトまでの 267km、東線はタバントルゴイからサインシャンドを経て、チョイバルサン (バヤントゥメン) までの 1,113km、更にサインシャンドの先のクートからビチグトまでの 200km を BOT 方式で建設し、完成時にモンゴル鉄道 (MTZ) に移管することとなっている。2013 年にチンギス国債からの融資が決定され、南線の路盤建設と東線の設計が開始された。工事進捗状況としては、南線が

<sup>8</sup> Railway Transport Facilitation in Mongolia: ESCAP, 13-15 October 2014

<sup>9</sup> モンゴル南ゴビ地域 (タバントルゴイ炭田) の石炭資源開発に係るアジア太平洋地域向けの輸送インフラの検討: 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 平成 24 年 2 月

2014年時点で当初計画より遅れているがMTZのホームページによれば68%の進捗となっている。東線は調査設計段階である。



【図 1-5 モンゴル国の鉄道計画路線図】 (JICA 調査団作成)

その他、複線電化計画としてはロシアのプーチン大統領が 2014 年 9 月にモンゴル国を訪問した際、UBTZ の刷新・開発戦略を締結し、初期段階としてスフバートル～サインシャンド～ザミンウード間の輸送能力を年間 1 億トンに増強する複線電化事業について合意している。

モンゴル国においては隣国との関係や政治的背景によって計画が決定した時期により、路線・区間等の計画内容が変化している。

### 1-3-3 我が国の国別援助方針

我が国外務省が定める対モンゴル国援助の基本方針（「対モンゴル国 国別援助方針」平成 24 年 5 月）の中で、石炭、銅等の豊富な地下資源に恵まれる同国への支援は、我が国への資源やエネルギーの安定供給確保にも資すると謳われており、重点分野の第 1 項目は鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化である。現在国内で産出され発電所等の燃料となる石炭のほとんどがウランバートル鉄道で輸送されており、また鉄道貨物輸送品目の内訳では 39.9%の 659.6 万トン石炭が占めている（2014 年 UBTZ 資料）。

鉄道施設の整備水準を高め、安定した輸送機関として維持することは、鉱物資源開発を持続可能なものとするために重要な施策と位置づけられる。

## 1-4 鉄道分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

### 1-4-1 我が国 ODA の先行事例

モンゴル国に対する我が国の経済協力は 1977 年に開始したが、同国の民主化・市場経済体制移行後に本格的な二国間援助を始めた。我が国 ODA の基本方針は、同国の経済成長の恩恵を貧困層まで十分に波及させるとともに、持続可能な経済成長と均衡のとれた成長に向けたモンゴル政府の取り組みを支援することとしている。

援助重点分野の第1項目が「鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化」であり、石炭を始めとする鉱物資源の輸送を担う鉄道輸送力の安定性確保のために、これまで鉄道施設の整備や改修を対象とした ODA 事業を実施してきた。その実績を実施年度順に表すと以下の通りである。

(1) 無償資金協力：ザミンウード駅貨物積替施設整備計画

実施期間・供与限度額：1993～1995年、21億2800万円

案件概要：中国とは軌間が異なるため、中国側国境の二連駅で貨物積替え作業を行っていたが、能力不足となったため、モンゴル側中国国境のザミンウード駅の施設整備を実施。

内容としてはモンゴル側ゲージ専用軌道、貨物積替え施設及び設備、管理事務所の建設等である。

(2) 有償資金協力：鉄道輸送力整備計画

実施期間・円借款実行額：①1993～1998年、33億600万円、②1995～2000年、45億8500万円

案件概要：老朽化した施設のリハビリを目的として、レール調達、車両調達、機関車整備工場、通信施設の近代化を実施。

(3) 開発調査：モンゴル国鉄道基盤改修計画調査

実施期間：1996～1997年

案件概要：輸送事業を開始してから50年以上経過したが本格的な改修工事がなされていないため、自然河川の氾濫、線路冠水、落石が恒常的に発生し確実に安定した鉄道輸送が困難となっているため、これに対する改修計画を策定。ロシア国境のスバートルから首都ウランバートルを経て、約50km南方のバヤン駅までの450km区間を対象とした。

(4) 無償資金協力：鉄道線路基盤改修計画

実施期間・供与限度額：E/N1-2000/11/9 5.3億円、E/N2-2001/6/4/ 8.69億円

案件概要：上記調査で選定した線路基盤施設の改修必要箇所について、施設改修を実施した。対象は護岸、落石対策、橋梁等65カ所。(対象区間はロシア国境からウランバートルを経てバヤンまでの区間)

(5) 無償資金協力：第二次鉄道線路基盤改修計画

実施期間・供与限度額：E/N-2003/6/23 6.68億円

案件概要：横断排水工事20カ所、落石対策工事7カ所、護岸工事2カ所の改修、及びUBTZによる維持管理作業に必要なブルドーザーやダンプトラック等の建設機械を供与した。

(6) 技術協力：鉄道マスタープラン作成支援

実施期間：2003年10月～2004年11月

案件概要：本事業の背景には、設備の老朽化及び災害による劣化が進む中でモンゴル政府からウランバートル鉄道に対して、輸送力増強を実現し、将来の需要増加に対応するための鉄道の長期計画（マスタープラン）作成を求め、2021年を最終年度とするマスタープランが2003年に作成された経緯がある。本事業は、より合理的で実現可能な計画とするため、専門家チームを派遣して人材育成とともにマスタープランの作成を支援したものである。

最終報告書には設備投資計画と人材育成計画を提言するとともに、将来に向けての検討課題を提示した。

有償資金協力事業「鉄道輸送力整備計画」については、2003年に事後評価が行われている。この報告書の有効性の検証の項において、鉄道貨物の輸送量（トン・km）が1993年から99年までほぼ横ばいであったの対し、2000年からの3年間に對99年比で2倍以上の伸びを示したことが記されている。これは1990年代後半からのロシアと中国の貿易の活発化に伴うモンゴル通過貨物量の急激な増加と、モンゴル経済全般の回復に起因しているが、本事業による鉄道施設整備が、拡大する輸送能力への対応に貢献したと結論づけている。

2003年度に実施された無償資金協力事業「第二次鉄道線路基盤改修計画」については外務省による評価が行われているが、その中では本事業により整備された施設・機材ともに全て活用され、安全で確実な輸送の確保と安定したエネルギー資源の確保に貢献していると評価されている。特に、本事業の実施を通じて得た技術を活用して線路横断排水工事を自らの予算で実施したり、建設機械を追加購入して活用する等持続的な努力を継続していることに言及している。

また2003年度にモンゴル国に派遣されたODA民間モニター8名の団員は、同事業の対象地を視察しモンゴル側関係者とも意見交換しているが、鉄道関係者が援助を受けて終わりではなく、その過程で得た知識・技術を活かした持続的な努力と次の技術者への継承について積極的な姿勢を示していたことを称賛している。

#### 1-4-2 他ドナーの援助実績

UBTZに対する他ドナーの援助実績はないとのことであった。これは50%がロシア資本であることの影響が考えられる。

援助とは別であるが、2010年に双方で合計2億5千万米ドル相当（約260億円）の増資を決定した。その内容は、ロシア側の1.25億米ドル相当として2TE116形式の機関車35両が供与された。モンゴル側増資分のうち7,000万米ドルについては、通信システム改良事業が実施されている。この事業はSIEMENSとLTESA（ロシア）のJVが受注している。残りの5,500万米ドルの内容については現時点で確定していないが、複線化事業を実施する可能性がある。これが実現すれば年間5,000万トン規模の輸送が可能となる見込みである。

### 1-5 モンゴル国のビジネス環境の分析

#### 1-5-1 日・モンゴル経済連携協定

2007年2月、安倍晋三日本国総理大臣とナンバル・エンフバヤルモンゴル国大統領は「今後10年間の日本・モンゴル基本行動計画」に署名している。同計画において、日本側は、諸外国との間での地域貿易協定／経済連携協定の締結を目指しているモンゴル国の意向を踏まえ、モンゴル国がそのための準備を進めるに当たり、関連情報や助言の提供等、可能な範囲での支援を行うことを約束した。

その後の日本・モンゴル経済連携協定官民共同研究報告書によると日本とモンゴル国は貿易、投資等幅広い分野で緊密な経済関係を維持していることが明記されている。その中で「両国間の更なる貿易及び投資の増加並びに二国間経済関係の発展のためには、関税の撤廃、貿易及び投資の自由化並びにビジネス環境の改善を目指すことが重要であることが認識されている」とあり、2014年7月エルベグドルジ大統領訪日時に日・モンゴル経済連携協定の大幅合意に至り、2016年6月に協定発効となっている。

なお、日・モンゴル間の貿易構造はNSO 統計（2016年）によると以下となっている。

日本からモンゴル国への輸出額・・・3億3,016万米ドル

・自動車 56.1%　・機械類 15.7%　・その他 28.2%

モンゴル国から日本への輸出額・・・1,403万米ドル

・業務用動物の微細毛・糸 10.9%　・上着・その他織物上着 10.6%

・アルミニウム・同製品 10.6%　・動物の腱・筋及び皮くず 10.5%

・機械類 9.1%　・その他 48.3%

日本からモンゴル国への無税輸出の割合は現状の総輸出額の1%未満となっているが、日・モンゴル経済連携協定により発効後即日に約50%、10年間で約96%までの拡大が見込まれている。なお、この経済連携協定は日本国側として、1992年からのモンゴル国の民主化・市場経済化に対して今後も中長期的な高成長が見込まれるモンゴル国の経済成長を日本の経済成長に取り込むことも意義のひとつとしてあり、物品貿易、サービス、投資、電子商取引、競争、知的財産等のルールを盛り込んだ包括的な協定となる。

#### 1-5-2 中古品の輸入規制

モンゴル国にメモレールを導入する際に、機材の修理を日本のメーカーで実施した場合に、終了後返送する際にモンゴル側で中古品の輸入規制があると、円滑な引取りが出来ない可能性がある。

中古品の国際貿易の拡大はリユースの拡大により、世界全体でみると資源節約およびそれを通じた環境負荷の低減につながる可能性がある。中古品を輸入している途上国では、中古品の利用により、消費者の生活水準の向上や資本の蓄積にもつながる。その一方、途上国内における製造業の発展を阻害することや、産棄物の増大などの環境問題が拡大することが懸念されている。また、衛生上の問題が発生することも懸念されることがある。そのため、途上国の中には中古品の輸入を禁止などの措置を行っている国も少なくない<sup>10</sup>。モンゴル国でも主に中古車に関しては10年以上前の中古車には高い関税率をかける等制限はあるものの、それ以外では厳しい規制はなく円滑な貿易取引を行うことが可能となっている。日・モンゴル経済連携協定でも4500cc以下の完成車（製造後0～3年）は即時関税撤廃、自動車部品及びその他の完成車はほとんど10年以内の関税撤廃等が規定されているが、中古車、中古部品の輸入急増により、今後中古品への規制がかけられる可能性はありうる。但し、現時点では提案機材の輸出入に係る貿易規制は特にない。

#### 1-5-3 その他ビジネスに関連する規制等

本事業のビジネスの展開は、現地ビジネスパートナーまたは代理店を設置するなどを考えているが、特にビジネスに関連する規制等は調べた限り存在しない。UBTZにおける物品の購入は基本的に国際入札となっており、新しい機器の紹介等はUBTZの関係部署に紹介し当該部署が必要性を認めれば調達担当部署に要望を上げる仕組みとなっている。コンプライアンスの観点からも販売促進を慎重に進めていく必要があると考えている。

<sup>10</sup> アジア研究所 『国際リユースと発展途上国』調査研究報告書

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴

#### 2-1-1 メモレールのスペック等の特徴

メモレールは、センサーを使った情報検知とその図化処理により、軌道の状態を示す基本要素 5 項目（高低・通り・軌間・水準・平面性）の値を測定し、搭載しているパソコンにデータをリアルタイムに数値とグラフで表示しながら検測する装置である。5 項目の定義は、

**高低**：レール面高さの線路延長方向の凹凸

**通り**：レール側面の線路直角方向への凹凸

**軌間**：左右レールの内側間隔

**水準**：左右レール面高さの差異

**平面性**：レール面の平面に対するねじれの状態で一定間隔の水準変位の差

である。

軌道の状態を検測する際は、レール上に置かれたメモレールを作業員が手で押しながら歩行速度で検測していく。検測器に搭載された全天候型パソコンにより、雨中や夜間でも測定値がリアルタイムにグラフ化され見やすく、操作しやすい。また、検測後はその場で検測データの帳票やグラフの印刷出力が可能で、検測作業の効率化を図ることができる。

軌道の状態を定期的に検測する方法としては、メモレールのように手押し型の検測器の他に、検測機器を搭載した軌道検測車両で検測する方法と、人力によりゲージ（【写真 3-5】参照）と 3～4 人で糸を張りながら手測りする方法とがある。日本の JR 各社の場合は本線については軌道検測車で検測し、駅構内の側線は手押し型検測器で検測している。民鉄の場合で線路延長の短い鉄道会社には軌道検測車が無く、更に手押し型検測器も所有していないところでは、全線を人力で手測りしている。

2011 年度の我が国政府による対モンゴル国 ノン・プロジェクト無償「途上国の要望を踏まえた工業用品等の供与」（以下「ノンプロ無償」）の一環で、UBTZ にメモレール 3 台が供与された。この時納品したメモレールの主なスペックは【表 2-1】の通りである。

【表 2-1 メモレールのスペック】

測定仕様	測定項目	軌間・水準・高低(左右)・通り(左右)・平面性		
	実測弦長	2.5m 弦	測定間隔	0.25m
	走行速度	1m/秒	計測時間	約 8 分/500m
	曲線機能	BTC、BCC、ECC、ETC、PRT、PCC、JTC、BIT、EIT のマーク		
	設計値の設定	実測値のみで設計値の設定は出来ない		
機械仕様 (1520 mm ゲージ)	外形寸法	測定時	2700mm(L)×1750mm(W)×230mm(H)	
		折畳時	310mm(L)×1695mm(W)×230mm(H)	
	重量	約 24.5kg (本体 22kg 全天候型 PC 2.5kg)		
電気仕様	分解度	軌間 0.1 mm	通り 0.1 mm	
		水準 0.2 mm	高低 0.1 mm	
	バッテリー使用時間	約 4 時間		

電気仕様 パソコン 仕様	使用環境	周囲温度 -20℃～50℃
	CPU	Intel®Core™i5-660 UE / 1.33GHz
	OS	Windows7 Professional 32ビット
	メモリ	2 GB
	環境条件	防塵・防滴(IP65 準拠) 動作温度：-20℃～50℃

(JICA 調査団作成)



(検測時の開いた状態)



(運搬時の折り畳んだ状態)

【写真 2-1 メモレールの外観】

メモレールは軽量で折り畳み可能な構造【写真 2-1 右】となっているため、モンゴル国向けの軌間 1520mm に対応したモデルでも、助手席を倒せるタイプであれば乗用車でも運搬が出来る。検測時にはレール上で払って前後のローラー間が 2.5m になる。「通り」「高低」を測定する弦の定義値が 10m であるため、検測器の弦をなるべく大きくし倍長計算の倍率の少ない構造としている。これは倍長計算の倍率が大きくなるとレール継目の段差やレールフロー（車輪との接触部の変形）、磨耗の凹凸の衝撃が倍長計算により増幅し検測データに影響するためである。しかし長さ 2.5m の機材の運搬は困難であるため折り畳み構造としてある。

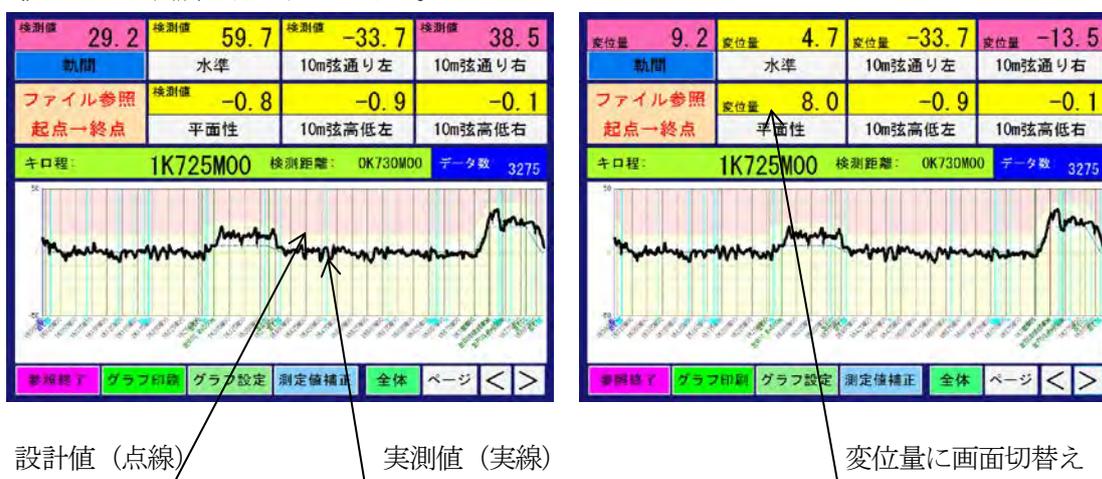
メモレールは耐候性のパソコンを搭載しているため、現場で測定しながら検測値がリアルタイムに数値とグラフで表示される。2014 年から導入された新しいモデルでは、曲線の設計値に基づいて軌道変位の許容基準値を設定・入力すると、検測しながら基準値オーバー箇所が検測中にアラーム表示され、その場で基準値オーバー箇所の確認が出来るようになっている。また、グラフで表示することによって基準値オーバー箇所の位置や前後の線形が解りやすく、軌道の修繕計画検討に利用できる。

2014 年以降のモデルは、それ以前のスペックと比べて下記の点が改良された。

【表 2-2 メモレールの新旧スペック比較】

項目	旧モデル	新モデル
CPU	Intel®Core™i5-660 UE / 1.33GHz	Intel®Core™i5-5300UvPro™/ 2.30GHz
OS	Windows7 Professional 32ビット	Windows10 Pro 64ビット
曲線機能	BTC、BCC、ECC、ETC、PRT、PCC、JTC、BIT、EIT の設定	左に加えて BRT
設計値の設定	実測値のみで設計値の設定は出来ない	設計値の設定が出来る

新モデルの画面では【図 2-1】の左図に示すように点線が設計値、実線が実測値として表示される。画面を変位量表示に切り替えると右図となり、設計値に軌道変位許容値を設定し、許容値オーバー箇所は赤い表示となる。



基準値オーバー箇所の数値が赤くなる

変位量に切替えた画面 (設計値に対する差異が表示される)

【図 2-1 新モデルの検測画面表示】

(JICA 調査団作成)

新モデルの OS は Windows10 であるが、新モデルのソフトはデータのバックアップに使用する Excel を含め旧 OS との互換性には問題ない。第 3 次現地作業時に確認したところ線路診断センターのパソコンは全て最新の Windows10 を搭載したものとなっていた。但し、各保線所等の現場で使用しているパソコンについては確認できていない。

## 2-1-2 我が国における軌道検測機器開発と普及の歴史

レール (軌道) には列車荷重がかかり、常に上下方向や左右方向のゆがみなどの軌道変位が生じている。軌道変位には「通り」「高低」「軌間」「水準」があり、以前は人手による測定として「通り」「高低」は線路延長方向に対して一定の長さの糸を張り、この糸を基準にしてレールの上下の凹凸や横のゆがみを測る水系法 (交差法) を用いた。また「軌間」「水準」は左右レールにゲージと呼ばれる物差しを当てて左右レールの間隔と高さの差を測定していた。

測定方法は一般的に「軌間」と「水準」はゲージで検測し、「通り」「高低」は 10m の糸を張って中間の 5m 位置のレールとの距離を測定している。これら手測りは通常 4 人編成で、1 日に検測できる距離は 2km 程度である。軌道検測の回数は日本の国土交通省令で本線は年 1 回以上となっているが、JR 各社の在来線は年 4 回と定められている。これらの定期検査を効率的に計測する方法として軌道検測器が考案された。

軌道検測器としては C 社製の製品 D が 1988 年から製作されていたが、機材が重く運搬に 3 人必要だったことから、軽量で 1 人でも持ち運びが可能で 1 人でも検測作業が出来ないかとの要望に応じて 2007 年にメモレールが開発された。開発のコンセプトとしては 1 人で運搬・計測できるほか、検測したデータが現場で確認出来ることを条件とした。

その他の軌道検測器としては JR 東海が開発した A 社製の製品 B があるが、これはほとんど JR 東海管内で使用されている。

メモレールは運搬しやすいことから、現在では「定期検査としての検測」の他、日々の軌道補修作業の後に検測する「仕上がり検査」にも用いられようになり必要台数が増加した。

現在、日本の定期検査は JR 各社のほか大手民鉄会社では本線を軌道検測車で検測し、側線は手押し検測器で検測しているが、小規模の民鉄では全線を手測りしている会社もある。

### 2-1-3 国内外の同業他社製品との比較

国内で同様な機能を持つ製品としては、A社のBと、C社のDがある。JRグループでは、東日本・北海道・四国がメモレールとD、東海がB、西日本と九州がDを使用している。

Dは重量が55kgと重くレール上へ載せる時や反転する時、また列車等通過時に待避する度に作業員2～3人が必要であり、また作業現場への運搬にはトラックが必要である。またBについては線路上で組み立てて使用し、その取扱いには作業員2人が必要である。

いずれも価格については非公表のため不明である。また、検測項目や精度のスペックは鉄道運営者側の基準に則っているため、いずれも同等である。

3社の製品のスペック等を比較すると【表2-3】のとおりである。

【表2-3 軌道検測機器の比較】

	メモレール (保守作業仕上り／定期検査用)	B (定期検査用)	D (定期検査用)
運搬、測定について			
要員数 (持運び)	1人	2人	2～3人
現場までの運搬	乗用車のトランクか座席でも可能 持運びは1人で可能	ライトバンの荷台と後座席使用 機械は3分割になる	現場までトラックか軌道モーターカーで移動 持運びは2～3人で、現地で組立て
測定弦長	2.5m 弦 (10m 弦に4倍長計算)	2.5m 弦 (10m 弦に4倍長計算)	2.0m 弦 (10m 弦に5倍長計算)
測定データ間隔	0.25m	0.25m	0.5m
測定項目	軌間・水準・高低・通り・平面性	軌間・水準・高低・通り・平面性	軌間・水準・高低・通り・平面性
測定値表示方法	PC、タブレット PC に測定値とグラフを同時に表示	PC に測定値を表示、チャート表も切替えて表示	PC に測定値を表示、チャート表も切替えて表示
測定値の現場確認	測定値を A4 用紙にデータとグラフで印刷	測定値を A4 用紙にデータと複合グラフで印刷	測定値をミニプリンターのロール記録紙に印刷
測定値が基準値オーバーの場合の確認方法	現場で測定しながらアラーム表示、グラフでも表示 現場印刷で基準値オーバーを確認 (A4)	現場で測定しながらアラーム表示 現場で基準値オーバーを確認	現場で測定しながらアラーム表示とバイブレータ機能 出力は超過箇所をロール記録紙に印字
ファイル形式	Excel と MRF (改ざん防止)	Excel	CSV と DAT (改ざん防止)
仕様			
外形寸法 (JR 在来線ゲージ用)	2630mm (W) × 1270mm (D) × 230mm (H) 折畳時 310mm (W)	2600mm (W) × 1336mm (D) × 250mm (H)	2300mm (W) × 1310mm (D) × 290mm (H)
重量	22Kg	26Kg	55Kg
バッテリー	ニッケル水素充電電池、アルカリ・マンガン電池 (市販) も使用可能	リチウムイオン (専用) 電池	リチウムイオン二次電池
連続測定時間	約 4 時間	約 4 時間	約 4 時間

充電時間	約 4 時間弱	約 8 時間	約 5 時間
外箱（運搬方法）	アルミ製ボックス	アルミ製ボックス	アルミ受け台

(JICA 調査団作成)

日本製以外の軌道検測器としてはスイスの E 社の F がある。そのシステムは軌道上を移動する計測器と線路脇の地上に設置する付属器を組み合わせたもので、移動する計測器は軌道中心線の位置座標を計測し、地上の付属器のトランシット（望遠鏡と水準器を組み合わせた測量機器）を使用して軌道の座標点を定める。軌道上の計測器がトランシットの視野範囲から外れるとトランシットを据え直して計測を続ける。両方のレールの位置が測定できるため、メモレールと同様に軌間、水準等の項目が測定できるが、メモレールが前後の軌道との相対位置を測定するのに対し、この機材は絶対位置を測定する点で基本的な機能が異なっている。日本の軌道保守は相対基準の測定に基づいて行っており、UBTZ の軌道検測車も基本的には相対基準で検測している。この機材は価格が 1000 万円を越えており、重量は約 30kg である。

その他には、運輸大学（第 3 章 3-2-1 参照）の教室のボードに貼ってあったロシア製の軌間と水準を計る検測器があった。これは日本円で 30 万円程度の安価な機材であるが、軌間と水準のみしか測定できず UBTZ でも使用していない。

UBTZ 等で現在必要とする検測は、軌道検測車（デカルト）が入れない線路や特定できない正確な位置、また仕上がり検査に使用する検測器であるが（第 3 章 3-3 参照）、上記 E 社の F は高速鉄道のような建設時の設計値の状態を保持する際に必要な高度な検測装置であり、UBTZ 等の現在のモンゴル国の鉄道には過度な機器と思われる。またロシア製の軌間・水準測定器では測定項目が足りないとの運輸大学の見解であった。

#### 2-1-4 ユーザーによる維持管理事項等

メモレールを維持管理するためにユーザーが行う作業としては日常点検と始業前点検、検測中・検測後清掃が必要である。

日常点検では、パソコンや本体の電源投入可否、走行停止の異変、ねじの緩み、コードの破損、差込口の異常、折り畳みの不具合、各種ローラーの回転、などの項目を目視確認する。始業前点検では、電気系統のチェックとして CCD カメラがターゲットを映し出しているか、各ローラーにガタツキが無いか、ローラーに付着物がなくレールに密着して回転しているか等を検測前に確認する。検測中・検測後清掃では、検測の際に各ローラーや本体に付着した油などの付着物を清掃する。検測値に与える影響を極力少なくするためにも、検測中の清掃と検測後における毎回の清掃は大変重要である。

ユーザー自身が実施する維持管理とは別に、日本ではメーカーである東研工業(株)が定期検査を 1 年に 1 回行っている。また検測中または輸送中に損傷があった場合には修繕作業が必要であるが、これも東研工業(株)が行っている。

日本国内で定期検査や部品交換作業、修繕作業をする場合には、その機材を宅配便で東研工業(株)に輸送して作業を行う。作業後には基準台で各項目のキャリブレーションを行い、その後実線路上で手測り値との整合性確認作業、距離計の調整、および測定精度再現性の確認作業を行った後に宅配便で返送している。

維持管理コストとしては、定期検査の委託費用と消耗品であるローラーの交換費用が必要で

ある。ローラーはレール頭面を走行する「走行ローラー」とレール側面に接する「内軌ローラー」がある。また修繕作業が必要となった場合はこれに係る費用も必要となる。

モンゴル国にメモレールを導入する場合に想定される維持管理上の課題については、3-2-6で述べる。

定期検査の主な項目は以下の通りである。

【表 2-4 定期検査の主な項目】

機構系点検	走行系点検
<b>■先端稼動アーム</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ローラーフレームのガタ付き、変形</li> <li>角パイプのねじれ</li> <li>配線周りのつぶれ、被服状態</li> <li>ガススプリングの動作</li> <li>ユニバーサルジョイント動作</li> </ul>	<b>■先端走行ローラーベアリング</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>軸及び穴のガタ</li> <li>金属粉付着</li> <li>回転ムラ及び異音</li> </ul>
<b>■軌間アーム</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ローラーフレームのガタ付き、変形</li> <li>エンコーダカバーの変形</li> <li>アルミフレームの変形</li> <li>インディックスプランジャーの動作</li> </ul>	<b>■後端走行ローラーベアリング</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>軸及び穴のガタ</li> <li>金属粉付着</li> <li>回転ムラ及び異音</li> </ul>
<b>■コントロールボックス</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>コントロールボックスの変形、破損</li> <li>電源ボックスの変形、破損</li> <li>パソコン台の変形、破損</li> <li>ボックス用防水パッキンの劣化、破損</li> </ul>	<b>■軌間走行ローラーベアリング</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>軸及び穴のガタ</li> <li>金属粉付着</li> <li>回転ムラ及び異音</li> </ul>
<b>計測系点検</b>	<b>■距離計走行ローラーベアリング</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>軸及び穴のガタ</li> <li>金属粉付着</li> <li>回転ムラ及び異音</li> </ul>
<b>■カメラ・ターゲット</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>カメラの位置・焦点ズレ、変形、破損</li> <li>ターゲットの破損、変形</li> <li>LEDの球切れ、照度ムラ</li> <li>フードの破損、変形、光モレ</li> </ul>	<b>■走行系摩耗点検</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>全周摩耗、局部摩耗</li> <li>先端走行ローラー</li> <li>後端走行ローラー</li> <li>軌間走行ローラー</li> <li>距離計走行ローラー</li> </ul>

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2-2-1 提案企業の会社概要

東研工業（株）の会社概要は下表の通り。

【表 2-5 東研工業（株）の会社概要】

会社名	東研工業株式会社	業種	機械金属加工業
所在地	◎卸町工場 宮城県仙台市若林区卸町東5丁目3番15号 TEL 022-288-8301 FAX 022-288-8654 第二工場 宮城県仙台市若林区六丁の目元町3番23号 TEL 022-285-9955 FAX 022-285-9956		

代表者	代表取締役社長 阿部 浩行	設立	1969(昭和44)年12月
資本金	5,000万円	従業員	17名(男子15名、女子2名)
事業内容	機械加工、機械組立、機械企画設計、溶接板金加工、自社製品製作、 鉄道検測サービス		

## 2-2-2 東研工業（株）の経営方針と本計画の位置づけ

インフラビジネスである鉄道業界が持続的成長を遂げるには、国内市場だけでなく新興国を中心とした海外市場への参入が重要であると考えます。国内では大手検測器メーカーとの競争を続ける中、本調査にて東研工業(株)と国内地元企業である仙建工業(株)との連携により、軌道検測機器の紹介だけではなく、軌道の管理や軌道保守をしている仙建工業(株)が日本で行っている方法とモンゴル国の軌道管理・保守と対比して軌道検測機器の運用について軌道管理から効率的な軌道保守までを提案することができました。

過去にノンプロ無償でメモレールを要請したのがベトナム国とモンゴル国であったが、ベトナム国ではベトナム国鉄が手測りの補助としてメモレールを使ってみたくてと言っていたのに対し、モンゴル国は道路運輸省と UBTZ が一体となってメモレールを有効に軌道検測に活用しようと熱心に検討していたことが、今回の対象国としてモンゴル国を選んだ理由である。

今後、成長著しいアジアに焦点を当て、新たな市場を求めて海外に活路を見出すこととした。

本調査で提案するメモレールは、これまでも東研工業(株)が製造し、(株)ニシヤマが販売を担当してきたが、今後の方針も同様と考える。モンゴル国におけるビジネス展開の方針は第5章で述べるが、早急な海外展開は困難と想定され、モンゴル国への現地法人設立は現時点で考えるに至っていない。現地ビジネスパートナーまたは代理店を設置する等のことは考えられるが、第4章4-4で述べるように、メモレールのような軌道検測器を使用した検測方法をモンゴル国内で規定化することが重要であり、そのような可能性があるのか関係者に確認していくことを考えている。その上で規定化の可能性が確認されれば、普及・実証事業を提案し、実施されればビジネス展開につながっていくと考えている。

アジア各国への海外展開については、モンゴル国での成功が鍵となるので、現在のところアジア各国へのビジネス展開は不透明である。

## 2-2-3 (株)ニシヤマの経営方針と本計画の位置づけ

本調査に補強として参画している(株)ニシヤマは技術開発型の専門商社として、協力メーカーと一体となって「顧客最適仕様」の商品を開発提供し、商品販売後も製品サポートを責任をもって行うことにより顧客の安心と信頼を築いていくことを方針としている。このような方針から鉄道事業に於いても顧客に最適な商品を提供すべく、国内の商品開発はもとより国際事業部と営業技術部が協力して海外の優れている商品選定から輸入の交渉・日本のユーザーに適合した商品への改良から検品、納品後のフォローまで責任を持って行っている。また、輸出に於いては相手国の基準に適合した商品を国内の協力メーカーと開発し提供している。

本調査では UBTZ の組織や軌道保守体制、年間予算、軌道保守の許容基準値等の情報を収集し、尚且つ UBTZ 本線でメモレールを使用した検測作業を実施できたことは大変貴重な機会であり、会社の方針の「顧客最適仕様」に資する調査であった。

現在、現地法人会社をニューヨーク、デュッセルドルフ、上海、バンコク、ジャカルタに設

立しており、その他の納品先、仕入先、販売代理店等の所在国は世界 30 数か国になっている。モンゴル国へのメモレール導入事業においては、現地で営業活動、アフターセールスサポート可能なビジネスパートナーまたは代理店を選定することを想定している。

### 2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

東研工業(株)は一般機械金属加工を主としており、鉄道検測機製造(軌道検測機メモレール)の主な金属加工を自社で行っている。メモレールの海外輸出で販売が増加するに従い、自社の雇用拡大とともに、地元企業への波及効果も期待している。

東研工業(株)が海外進出で得た経験や実績、情報などを軌道検測機以外の鉄道機器(マクラギ検査機器、遊間測定器等)の開発・製造に結びつけることで、鉄道機器産業の生産拠点として地元経済の発展に貢献する。

本調査では、東研工業(株)(検測機器製造メーカー)と同地域にある仙建工業(株)(軌道保守会社)とが連携することで、検測機器のデータ活用から軌道保守までの助言をすることができた。東研工業(株)を含む仙台を中心とした地元産業が力を合わせて地域の商品を世界に発信することで、地元の鉄道事業の発展、更には地元経済への貢献になればと考える。

また、宮城県には有数の大学と様々な企業があるため、そういった外部機関との連携を図りながら研究ノウハウを蓄積することで、研究開発拠点としても地域活性化への貢献をする。

以上のことから、地元経済への貢献・地域活性化に進んで取り組むことで、宮城県にとどまることなく東北地方の経済へ貢献できることを期待する。

## 第3章 製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

### 3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

#### 3-1-1 ウランバートル鉄道（UBTZ）の現状

1-1-4 で述べたようにモンゴル国における鉄道の運営主体は複数あるが、本調査では同国における公共鉄道輸送の大宗を成す UBTZ を主な対象としている。その組織と運営状況について、UBTZ 幹部からのヒアリングと同組織が開設しているホームページからの情報、その他過去の文献や参考資料をもとに現状を調査した。また、軌道保守に関連する現業部門の組織の実態については、ウランバートル近郊に所在する現業機関を訪問し、現場の関係者からヒアリングを行うとともに、使用している資機材類の確認を行った。

メモレールの機能の理解促進のために実施した軌道上の検測作業は、当初は UBTZ が運営する本線上のみで行う予定であったが、本線では 3-2-1 (6)ウ. で述べる軌道検測車が定期的に軌道の状態を検査している実態を確認したのに対し、工場や発電所等の専用線については人力による点検のみに依存していることが判明したため、このような区間についても検測作業を行うこととした。道路運輸開発省との協議の結果、ウランバートル駅構内から分岐する第 4 火力発電所専用線（UBTZ が維持管理していない専用線）においても、メモレールを使った検測作業を実施した。これに伴い、発電所が維持管理する軌道の事例を調査することができた。

#### 3-1-2 過去に供与したメモレールの状況

##### (1) 配置先と使用実績

2011 年度のノンプロ無償により UBTZ に軌道検測機材「メモレール」3 台が供与された。これら 3 台のメモレールは、UBTZ 保線担当部門、線路診断センター（2015 年まではレール傷研究所と称していた）、運輸大学軌道学科にそれぞれ 1 台ずつ配置されていた。その後、保線担当部門（サインシャンド）に配置されていたメモレールが、2015 年 10 月に新設された鉄鉱山専用線（2016 年 4 月に開業しモンゴル鉄道（MTZ）が運営している）に配置され、軌道検査に活用されている。

本調査では、線路診断センターと運輸大学に配置されたメモレールについて、関係者からのヒアリングと、メモレールのパソコンメモリに保存されたデータを調べることによって、納入後の使用実績を確認した。鉄鉱山専用線に配置されたメモレールは遠隔地にあり日程上訪問が不可能なため、確認することができなかった。

##### (2) モンゴル側の習熟度と要望

2011 年度のノンプロ無償によるメモレール納品時（2013 年 3 月）と、1 年後のフォローアップ時（2014 年 9 月）に、線路診断センター（当時はレール傷研究所）の技術者 2 名と第 2 管区保線所のチーフエンジニアに、診断センターの側線と一部の本線を使って 0 点調整から検測結果出力までの操作指導を行った。納品時には 2 日間、フォローアップ時には 1 日実施している。但し、チーフエンジニア以外の 2 名は、現在はモンゴル鉄道（MTZ）に移籍している。

今回の調査で最初に線路診断センターを訪問した際に、所長からモンゴル語のメモレール取扱説明書と、メモレールの特長と改善要望事項をまとめたペーパーが提出された。取扱説明書は納入時に機材と併せて納めた英語版の取扱説明書を UBTZ でモンゴル語に翻訳したものだっ

た。

UBTZ 側でメモレールを実際に使用した結果をもとにその機能等についての要望を整理していたことが判り、本調査にて当事者からのヒアリングを行ってその真意を確認するとともに、今後導入する際にそれらの要望に対応できるか否かについて検討を行った。

### 3-1-3 UBTZ の軌道の状態

軌道の状態を確認するには、駅構内や本線の軌道を現場で確認する方法が基本であるが、限られた時間の中では現認する場所が特定される。本調査では、試用計画策定準備のために視察した駅構内での視察（保線作業の現場確認を含む）と、実際に試用活動（検測作業）を行った本線上で、作業に同行した際に軌道の状態を確認した。また、追加で検測作業を行うこととなった第4火力発電所の専用線についても、軌道状態を確認することができた。

より広範囲の軌道状態を把握するためには、自走式の業務用車両で本線を走行する方法があるが、今回は調査期間が限られていたため、その手配を行うまでには至らず、営業旅客列車に乗車して沿線の視察と乗心地の確認を行った。

軌道状態が不良であると車両に異常な動揺が発生するため、日本でも保線作業計画策定の一環として車両動揺測定器を使用して営業列車で測定している例がある。また簡易な計測方法として iPhone に専用アプリをインストールしたツールを使って営業列車で測定している例もある。本調査では、動揺測定は本来の調査項目ではないが、参考値として計測作業を行った。

### 3-1-4 メモレールの機能の理解促進

#### (1) メモレールの試用計画

本調査では過去にノンプロ無償により供与したメモレールを利用して現場で試用活動を行うこととしたが、UBTZ のスタッフ自らが実測作業を行うことで、より多くの人にメモレールの実用性を理解してもらうことを企画した。

#### ア. 場所の選定

過去の納入時における操作指導は、駅構内の側線とウランバートル市内の営業線の一部を使用した。本調査でメモレールを実地使用する場所としては、列車走行による軌道への負荷が大きい急勾配・急曲線区間を選定することとした。第1次現地作業でウランバートルから北へズーンハラ駅まで列車に乗車した帰路、車で現地を確認したエメルト駅東方の踏切から線路に入ることのできる急曲線区間か、或いは現場の軌道検測作業について詳しい状況をヒアリングした軌道検査係が担当するホンホル駅南方の急曲線区間を候補地と考えていたが、第1次現地作業の後半で道路運輸開発省の検査官と協議したところ、バヤン駅南方の 452.5km から 456.5km までのカーブ区間が木マクラギで軌間の狂いが多く、その区間を担当するマスターや駅長から度々クレームが上がっている箇所なので、ここを対象としたらどうかとの助言があり、ここで実測作業を行うこととした。当箇所は曲線半径  $R=310\sim 320\text{m}$  の曲線が連続し、カント量（外軌レールが内軌より高い）が最大 150mm に設定されている区間である。

作業起点は 452k500m 付近の踏切から入りやすく、452k258m からの曲線半径  $R=310\text{m}$  の  $\Omega$ カーブが始まる地点から検測を開始することとした。終点は約 4,000m に亘る検測距離と 6カ所の曲線の先として指定した。当日実測作業に同行した線路診断センターの軌道エンジニア

が、前の週に走行した軌道検測車による測定結果で狂いが発生しているデータが報告されている 456k600m 地点の検測を要望してきたため、検測終点を 456k600m とし、総延長 4,350m を検測することとなった。

この検測作業は 9 月 12 日（月）に行うこととしたが、営業線上での作業のため、駅、乗務員等関係各所への前広な手配が必要であった。実施日の 2 週間程度前にレターを UBTZ 側に送って依頼したところ、当日は 11 時から 17 時まで当該区間で線路上の作業を行う旨の通知が関係各現場に発出されており、予定通り作業を実施することができた。



【図 3-1 メモレール試用の対象区間の位置図】

(Google Earth 写真を元に JICA 調査団作成)

本調査の業務計画書段階では本線上でのメモレール試用活動のみを企画していたが、第 1 次現地作業の結果、本線では軌道検測車によって月 2 回の頻度で軌道状態がチェックされていることが判明し、むしろ駅構内側線や工場等の専用線における軌道状態把握の必要性の方が、優先度が高い可能性が想定されたため、上記本線での実地検測作業に加えて、側線・専用線での検測と軌道状態の把握作業を実施することとした。モンゴル側へその便宜供与を依頼したところ、ウランバートル駅構内から分岐する第 4 火力発電所の専用線での検測作業が可能となり、9 月 13 日（火）午後に分岐点から約 2,000 m 区間の検測作業を行うことができた。



【図 3-2 第 4 火力発電所専用線の検測位置】(赤い線で示す)  
(発電所から提供された図を元に JICA 調査団作成)

#### イ. 試用の方法

線路のキロ程は左右レールの中心線の距離であるが、メモレールで測定する移動距離は測定機器が載るレール上の距離であるため、曲線区間が続く場所では両者の数値には差異が生じる。今回の検測作業では、メモレールの検測距離と線路の距離を合わせるため 500m 毎に区間を区切ることとした。バヤン南方の本線上では、線路脇に建植されている 500m のキロポスト毎に検測を終了させてデータを区切り、次の工区の検測を再開する方法として、線路のキロ程と検測機の距離の間に極力相違が生じないようにした。検測する線路延長が 4,350m であったため、8 区間に区分した。火力発電所専用線ではキロポストが建植されていなかったため、メモレールの検測距離で 500m 毎に区間を区切って検測を再開する方法とした。ここでは検測距離が約 2,000m であったため 4 区間に区分した。

検測作業の開始時には 0 点調整を行う必要があるが、これは直線区間で行うのが原則であり、手すり用のゲージで測定した軌間の値をメモレールに設定する作業である。

メモレールにより軌道の状態を表す 5 項目を記録し、後に各データを解析することができるが、今回は現場でもグラフで出力できることをデモンストレーションするため、本邦から持ち込んだポータブルプリンターを接続して、A4 サイズの用紙に一部の情報を印刷することとした。

#### (2) 軌道保守セミナー

第 2 次現地作業において、モンゴル側鉄道関係者を対象とした軌道保守セミナーを開催した。これは日本の保線作業の概要紹介と、メモレールの機能の概要説明を主な目的としたものである。また、調査団が想定したメモレールのモンゴル国での活用の可能性についても複数のアイデアを提示し、モンゴル側と意見交換を行うこととした。

#### (3) UBTZ によるメモレールの試用活動

第 2 次現地作業で調査チームが指導しつつ現場での検測活動を行うことに加え、UBTZ 側のみでメモレールを使った作業を行い、その結果を第 3 次現地作業でレビューすることを企画し、

第2次現地作業の最後に軌道施設局のジェネラル・エンジニアに下記の事項を次回までに実施してもらうよう依頼した。

ア. 調査団として提案するメモレール使用方法の実施

- ① 軌道修繕作業の仕上がり検査：軌道修繕作業の前後で同じ区間をメモレールで検測し、状態の変化を比較する（本線、側線）
- ② 側線・専用線の日常的検査：例えば、レール探傷器で検査をする時に同時にメモレールで検測する

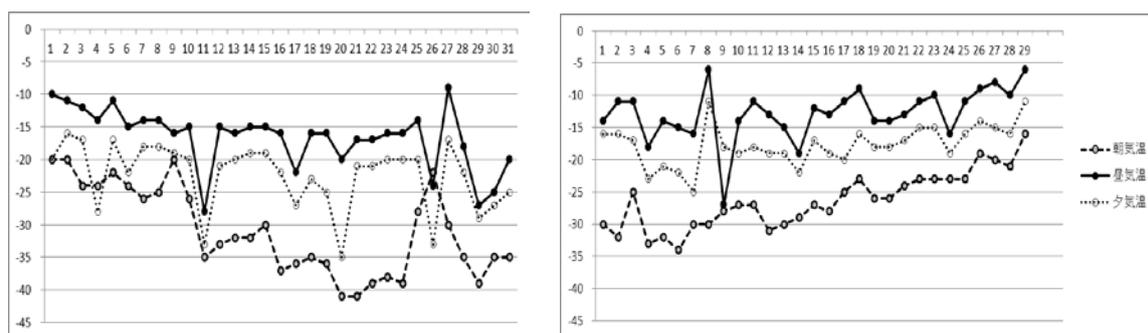
イ. UBTZ で既にメモレールを使用できるスタッフが、他のスタッフに操作指導を行う機会を作る

ウ. 運輸大学所管のメモレールを軌道保守現場で使用する

### 3-1-5 極寒時の動作確認

過去にノンプロ無償で供与した3台のメモレールを使用した経験に基づき、線路診断センターから要望事項のリストが提出されたが（表3-14参照）、この中に「なるべく寒さに強いバッテリーを備えてほしい」という要望があった。これは2015年の冬にマイナス30度程度の環境で使用した際にパソコンが機能しなくなったためである。またJICA関係者からもモンゴル国の特殊事情である低温時の機材の耐性について、できれば確認作業を本調査で実施できないかとの指摘があった。そこで当初10～11月頃に予定していた第3次現地作業の時期を2017年2月に繰り下げ、極寒時の動作確認を行うこととした。

過去の沿線での温度測定結果を確認したところ、12月から3月までには、昼間でマイナス20度程度、朝夕にはマイナス30～40度程度まで気温が下がる日が多く発生している。ウランバートルから約100km北方のシャタンガ駅付近の測定点（294.6km）における1月、2月の気温実測値を【図3-3】に示す。



(2016年1月(左)、2月(右)の気温、JICA調査団作成)

【図3-3 シャタンガ駅付近の気温実測値】

## 3-2 製品・技術の現地適合性検証結果【非公開】

### 3-3 モンゴル国における製品・技術のニーズの確認

#### 3-3-1 メモレールの活用の可能性

第1次現地作業と、第2次現地作業のメモレール試用時点までに把握したUBTZの軌道保守

体制の現状を踏まえて、今後メモレールを導入して効果が期待できる検測対象と目的を整理し、9月14日の軌道保守セミナーで紹介した。検測対象となる軌道の本線、副本線、側線、建設線に分類し、それぞれについて有効と想定される検測目的を整理した上で、調査団として提案する重要度を◎（高）、○（中）、△（低）の3段階にレイティングした。

以下に提案内容を記す。

#### （1）本線

##### ア．修繕後の仕上がり確認 ⇒提案重要度：◎

関係者からのヒアリングによると、現状は高低・通りを目測により判断することが主体であり、軌道整正作業後、軌道検測車が検測すると管理値を超過する場合があるとのことだった。よって、修繕後の仕上がりメモレールにて検測することにより、数値化できることから、具体的に仕上がり状態を確認することができ、超過箇所を適切に修繕することが可能になる。また手検測による測定ミスから発生する輸送障害防止も図ることができる。

##### イ．徒歩による点検時の軌道変位検査 ⇒提案重要度：○

現状の巡回点検時の軌道変位検査は、各班とも軌間・水準については2.5m間隔で測定し、通り・高低については目測である。UBTZでは検査周期を月3回と定めているが、ヒアリングによれば、要員不足によりすべての検査を行えていない現状があるとのことだった。よって、メモレールを使用することにより検測作業を効率化し、定められた周期で検査を行うことが可能となる。

##### ウ．軌道検測車での管理値超過箇所の現地確認 ⇒提案重要度：◎

関係者からのヒアリングによると、軌道検測車のチャートは、現場キロ程と位置ずれが発生しており、現場での管理値超過箇所の位置特定が困難となっている実態がある。よって、メモレールにて検測することにより超過箇所の的確な位置特定が可能となる。例えば、通りの場合、軌道検測車の通りの超過箇所は20m弦換算で出力され、メモレールも同様に通りを20m弦換算にて検測できるため、数値の相対比較をすることができる。

##### エ．軌道検測車による異常値発生時の軌道検測 ⇒提案重要度：△

関係者からのヒアリングによると、頻度は少ないが検測車の操作に不慣れなためエラーデータが発生することはある。エラーデータ発生時には、メモレールの検測にて検査を補完することが可能である。

#### （2）副本線（中線・下り1番線等） ⇒提案重要度：○

現在はほとんどが単線区間であるため、駅構内で他の列車が退避している線の軌道検測車による検測は容易でなく、実態としては不定期の検測となっている。検測車の定期検査を補完するため、メモレールでの検測を提案する。

#### （3）側線・専用線 ⇒提案重要度：◎

駅構内側線での脱線事故が発生した事実がある。現状は通り・高低に関しては、目測による軌道変位の有無確認を行っているため、十分な状態での維持管理ができているとは言えない状況であり、メモレール検測による数値管理が必要である。

また工場等の専用線も同様であるが、専用線にはUBTZが管理する区間と、UBTZが軌道

管理の受託契約を締結している区間とがある。後者の場合、企業側はメモレール検測結果をその委託作業を裏付ける出来形確認の根拠データとして利用できる。

(4) 建設線 ⇒提案重要度：◎

新規に敷設した軌道への列車の入線確認の安全担保として、メモレール検測による数値管理が有効である。この目的では、既に道路運輸開発省がメモレールを使用した事例がある。また建設工事発注者に対する完成検査の出来形確認の根拠データとして利用できる。

セミナーにおいて以上の説明を行ったところ、道路運輸開発省の検査官より、調査団から重要度が高いと提案された項目は的を射ており、実態を良く把握しているとのコメントを得た。特に専用線は、モンゴル国では鉱山、備蓄用倉庫、発電機等政策的に重要なインフラであるため、その安全確保はとても重要であること、また本線上の保守管理工事においては、軌道検測車との位置ずれにより位置特定が困難となっている実態から、この活用方法はニーズと合っており、充分活用できる内容であるとの見解を得た。

更に第3次現地作業でUBTZ 軌道施設局ジェネラル・エンジニアに上記提案内容について再確認したところ、下記のコメントがあった。

- ▶ 軌道工事後の仕上がり検査に使用する必要性はある。大規模修繕工事に使用するマルチプルタイタンパー（バラストを突き固めてレールとマクラギの位置を整正する保線用機械）には軌道検測装置が装備されているため、大規模工事以外の軌道保守作業の仕上がり検査に使える。
- ▶ 軌道検測車による検測で発見した基準値オーバー箇所の正確な位置確認は重要である。
- ▶ 側線の定期検査については、軌道検測車が入線しない4番、5番以下の側線に使用することができる。現在、「通り」「高低」は目視、「軌間」「水準」は軌道ゲージを使用しているが、記録データが残らないためメモレール使用の意義は大きい。

UBTZの軌道の保守作業は3-2-1(7)で述べたとおり、本線では軌道検測車による動的検査と人力による静的検査、側線・専用線については静的検査のみで軌道の状態を把握し、これに基づいて保守作業の計画を立てている。静的検査と言っても「通り」「高低」については糸コマを使った変位量の数値化はほとんど行われておらず、目測により判定しているのが実態である。メモレールは静的検査を実施する機材であり、正確で客観的な数値で軌道の状態を表すため、これまで人力で行っていた検測作業を精緻化・効率化し、より適切な保守計画の策定・実施に貢献する。

動的検査は列車通過と同じ状態で軌道変位を測定するためより望ましく、日本では基本的には動的検測により線路整備基準値を超過した箇所を拾い出して軌道保守計画を作成している。その後軌道保守計画に基づいて、運搬し易い手押しの検測器を使用して超過箇所の詳細な位置確認を行い、数値とグラフで軌道状態を把握して具体的な整備の方法を検討する。更に軌道整備後に再度検測して仕上がり状態を確認し、列車運行の安全性を確保している。

モンゴル国においては、軌道検測車が運行しない側線や専用線でこれに代わる定期的な軌道状態把握を目的としてメモレールによる変位量の数値化を行うほかに、本線においても軌道検測車による基準値超過箇所発見後にこれを補完する形で当該箇所の位置確認や、作業後の仕上

がり状態検査を目的としてメモレールを使用することにも意義がある。

このように軌道検測車が導入されている鉄道においても、メモレールを活用して軌道保守計画の策定とその実施の効率化を図る場面は多々あり、UBTZ の関係者に対してもその有効性の理解を深めるよう働きかけが必要である。

なお、線路上の同一箇所であっても動的検測と静的検測の値が異なることはあり得るため、日本でも線路整備基準値は「動的基準値」と「静的基準値」が別に定められているが（【表 3-8】参照）、UBTZ においてもより精緻な軌道保守管理を行うためには静的基準値を定め、メモレールによる検測結果をこれと比較して評価することに留意する必要がある。

### 3-3-2 UBTZ 側からの要望事項への対応策

UBTZ から要望のあった各項目（3-2-2 (2) 参照）のうち、今後、本件に続く普及・実証事業、或いはモンゴル国においてメモレールを導入する際に検討する可能性についての考え方を【表 3-14】に示す。

【表 3-14 メモレールの機能に対する要望事項と対応策】

	UBTZ からの要望事項	対応策として考えられる事項
1	この測定器の測定する基準を右レール基準にして欲しい	右レール基準に変更することは、ソフトウェア変更で対応可能である
2	ウィルス対策をして欲しい	ウィルス対策の対応は検討する
3	なるべく寒さに強いバッテリーを付けて欲しい	パソコンの寒さ対策として、パソコンを覆うカバーを付けて加熱材を入れる試験をして対応策を検討する
4	軌道作業中に退避して斜めの法面に仮置きする時、なるべく水平になるような足を付けて欲しい	斜面に仮置きする場合の携帯用下敷きを設計する必要があるが、滑落事故等、作業者の安全面を考えた時に慎重に検討する必要がある
5	データを保存できる予備のメディアが欲しい（CD、DVD、Flash disc）	他のパソコンで一括データ管理できるソフトウェアを製作する必要がある
6	キャリブレーションする取扱説明書が欲しい	モンゴル語で詳細の取扱説明書を作成する必要があるが、要検討事項である
7	チャートを 1 枚の紙にまとめて欲しい	新しいソフトウェアでチャートを 1 枚の紙にまとめることは可能である
8	絶対線形（地形の凹凸）が取れるようにできるか	絶対線形は別の計測機であるのでメモレールでは出来ない
追	検測中に障害物（空転防止用砂、油、土の詰まった踏切、分岐器）があった場合は検測を終了させざるを得ないので、一時中断して検測再開できないか	メモレールの旧ソフトでは、一時「中断」して「再開」する機能はあるが、検測位置をバックすることはできない。新ソフトではバック可能。また、障害物の前で一旦終了させて障害物が通過後に検測したデータと前のデータと結合できる。

(JICA 調査団作成)

既供与済みの機材に係る要望については、ODA 事業とは別に対応することとなるが、可能性としては以下の通りである。

【表 3-15 供与済みメモレールに対する要望事項と対応策】

	UBTZ からの要望事項	対応策として考えられる事項
1	最新のソフトウェアに合うようにして欲しい	新しいソフトウェアで製作することは可能である。既存のメモレールを新ソフトウェアに変更するには、基板及び構造の変更もする必要があるため、日本に送って改造する必要がある
2	メモレールの部品仕入れについて詳しく聞きたい	消耗部品一覧表を作成することは可能であるが、要検討事項である
3	使用中のソフトウェアをバージョンアップできるか	ソフトウェアのバージョンアップをする場合は CD で送ることで対応できるが、要検討事項である
4	修理及び調整に関する問題点を教えて欲しい	定期検査表及び修理明細表をモンゴル語で作成すること等があるが、要検討事項である

(JICA 調査団作成)

### 3-4 モンゴル国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性の確認

#### 3-4-1 UBTZ の保線実施体制改善に向けての提案する製品の有効性

1-2「運輸交通分野における開発課題」の項で述べたとおり、モンゴル国において鉄道は重要な陸上交通機関としての役割を担っており、電力と温水暖房のエネルギー源である石炭輸送はこの国の社会経済活動を支えている。

UBTZ が運営する鉄道施設は旧ソ連の技術と支援により 1958 年頃までに整備され、ソ連崩壊後は十分な維持管理がなされたとはいえないが、本調査で視察した範囲においては、本線の軌道については予想より良好な状態に維持管理されていることが判明した。日本の JR 各社の在来線とは軌間が異なるため単純な比較はできないが、モンゴル国においては日本よりはるかに大規模な列車が組成され運転されている。貨物列車では日本における列車全体重量が最大でも 1000 トン程度であるのに対し、UBTZ の幹線では最大 6000 トンの列車が走行している。これを牽引する機関車は当然ながら強力な仕様を備え車両も重いため、軌道に与える負荷は大きく、日々軌道の破壊が進むためにその維持管理は重要となる。

UBTZ の幹線の軌道構造は太いレールを使い、マクラギ本数を多くして強靱な設計となっている。日本では幹線で使用しているレールは 1 m 当たりの重量が 60kg であるが、モンゴル国では 65kg の規格のレールに順次交換を進めている。またマクラギについては JR 東日本の基準と比べ 1.3 倍の本数が敷設されている。現地調査で乗車した旅客列車（レールバス）は 90km/h 以上の速度で走行していたが、車内の動揺は問題ない程度であり、軌道が良好な状態に整備されていることが判った。これは鉄道による輸送量が年々増加している現状を踏まえれば、軌道保守部門が継続的に保守作業を実施し維持管理に努めている結果であると想定される。

今回の調査を通じ、軌道検測車が走行しない駅構内側線や工場等への専用線については、検査係が徒歩で巡回しながらゲージを使った検測作業や、目測による軌道変位の有無確認のみしか実施されておらず、非効率的な検査結果に基づいて軌道保守作業が計画されるため、必ずしも十分な状態に維持管理されているとは言えない状況にあることが判った。

駅構内の側線は、本線で運転される長大列車も走行する補助的機能を有しており、今回の調査の直前である 2016 年 7 月にダルハン駅構内で総重量 5700 トンの貨物列車が脱線事故を起こ

した際には、貨車と軌道が損傷する損害が発生している。また専用線は、発電所への燃料炭輸送や、鉱山からの鉱物資源輸送、政府の倉庫への物品輸送等それぞれに重要な使命を帯びた貨物輸送を担っており、比較的列車速度が低いために軌道の整備状態が悪くとも脱線事故が発生しにくい状況にあるとは言え、事故が発生すれば社会経済活動への影響は少なくない。

UBTZ の軌道保守に係る規則は詳細に定められており、本線延長 20km 前後の範囲を管轄する保線支区ごとに配置されている軌道検査係が、月 3 回の頻度で徒歩巡回を行っている。しかしながら、現在手測りと目測により点検している軌道変位をメモレールによる検測に切り替えて効率化すれば、これまで行き届かなかった側線や専用線の定期点検の精度が上がるとともに、本線においても修繕工事を実施した後に仕上がり状態を検査する仕組みを新たに導入することにより、軌道保守作業の成果を確認し安全な列車走行を維持することが可能となる。

UBTZ の鉄道ネットワークは 1,810km であるが、このうちロシア国境と中国国境を結ぶ南北縦貫線の延長は 1,108.7km である。但しこれは本線の延長であり、この沿線にある駅構内の側線の軌道総延長は 292.5km であり本線の 26% を超える規模である。更に工場や発電所等への専用線のうち UBTZ が管理する区間の軌道総延長は 215.1km に達し、これも本線の 19% 以上に相当する。側線と専用線を合わせた軌道延長は 500km を超えており、定期的に検測作業を実施する体制を確立するためには、これに必要な台数のメモレールを配置する必要がある。比較対象として、現在人力による静的検査を実施しているレール探傷器の実績 (3-2-1 (7) 参照) を見ると、駅構内の側線は 1 回/月 (ウランバートル駅は 2 回/月)、専用線は 1 回/3 ヶ月の周期でレールの傷を検査しており、1 台の探傷器が月間 100~120km 程度の検査を行っているが、これと同様に稼働できると想定し検査周期を月 2 回とすると、メモレール 1 台当たりでカバーする範囲は延長 50km となる。即ち、側線や専用線で月 2 回の検査周期を全うするためにはレール探傷器並みの稼働を想定すると、延べの測定距離のみで単純計算すれば 10 台で実施する規模である。

過去にノンプロ無償で供与したメモレールを使って UBTZ で検測作業を実施した事実はあるが、継続的に軌道の変状を発見する手段としては必ずしも使用されていない。これは、軌道検測車が走行してそのデータをもとに必要な軌道保守作業を実施する規則と、各保線支区の軌道検査係や班長クラスが徒歩巡回によって軌道の状態を検測して手帳に記録し、その結果をもとに必要な軌道保守作業を実施する手続きが規定されている中で、メモレールによる検測結果が反映される余地が無かったこともメモレールが活用されなかった原因のひとつと想定される。従って、今後メモレールを導入する場合には、モンゴル国における軌道保守作業の実施に係る作業フローの中にメモレールによる検測データが位置づけられることが望ましい。

#### 3-4-2 開発課題との関連での妥当性

本調査は、軌道を含む施設が老朽化している UBTZ において、適切な維持管理を行うための最初のステップとして必要な軌道の状態把握を提案機材によって効率的に実施し、これをもとに軌道保守作業が適時適切に実施されることによって、安全で安定した陸上交通機関として UBTZ の鉄道網がその使命を果たすことを上位目標として、メモレールの活用可能性を確認することを目的として実施している。

鉄道輸送の安全性を示す定量的指標としては事故発生件数が代表的であるが、今回の調査では統計的数値としては開示されなかった。但し、道路運輸開発省の検査官からのヒアリングによれば、近年本線での脱線事故は発生していないが、側線や専用線等では毎年 10 件程度の事故が発生しているとの口頭での説明があった。また前述の通り今回の調査の直前である 2016 年 7 月にはダルハン駅構内の側線において貨物列車の脱線事故が発生している。

この事故では長大貨物列車の中の 6 両の貨車が脱線しているが、車両と軌道が損傷を受け、復旧までの間は正常な列車運行が阻害されている。最新式の軌道検測車が軌道の状態を把握する本線に比べ、側線や専用線は作業員の手と目に依存する検査体制になっており、メモレールを使った正確な変位量とその位置情報を記録として残すことにより、適時適切な軌道保守作業を実施する体制の実現に資することが期待される。

我が国外務省が定める対モンゴル援助の基本方針の重点分野第 1 項目は「鉱物資源の持続可能な開発とガバナンスの強化」である。最近の中国経済の減速と世界的な資源価格の低迷により輸出品目としての鉱物資源の重要さは低迷しているが、国内の電力と暖房エネルギーを支える石炭の輸送には鉄道が依然として重要な役割を担っており、また 2016 年 2 月に制定された国家開発計画「持続可能な開発ビジョンー2030」においてもエネルギー・インフラ分野を優先的に発展させる必要性が謳われている。その実現に向けて鉄道の新線建設事業も位置づけられているが、新設鉄道においても列車が走行すれば常に軌道に負担がかかり保守作業を行って維持管理することが不可避である中で、軌道検測車による検査を補完するためにメモレールのように入力で静的検査を行う必要性は常にあり、本調査で確認した提案機材の導入の妥当性は高いと判断する。

## 第4章 ODA 案件に係る具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

第3章3-2-1(7)「軌道の検査」で述べたように、軌道保守作業計画策定の前提条件となる検測作業としては、本線軌道についてロシア製の軌道検測車が毎月2回の頻度で定期的に走行して軌道変状を含む各種データを収集しているのに対し、駅構内の側線や発電所・工場等の施設への専用線については軌道検測車による検測が行われず、検査担当者が徒歩で巡回し簡易な道具によって手測りしていることが判明した。また、ロシアと中国を結ぶ国際交通網の一翼を担う南北縦貫線の本線軌道については、レールの重量化やマクラギの木製からコンクリート(PC)製への置き換え等、限られた予算の中で年々軌道強化が進められているが、駅構内の側線や工場等への専用線については後回しになっているのが現状である。

過去に我が国のノンプロ無償により供与したメモレールを使用した経験から、モンゴル側の関係者は手測りに比べて容易に軌道状態を把握することができ、且つ結果が客観的データとして記録されることに意義を感じており、その活用を期待していることが今回の調査を通じて確認できた。

他方で、過去にメモレールを納入した際に現地で操作指導を行い、更に1年後にはフォローアップで技術者を派遣して追加の指導を実施したにも拘らず、これら機材が十分に活用されていたとは言えない状況にあることも判明した。その原因としては、① UBTZ 内で英語の取扱説明書をモンゴル語に翻訳する努力をしたとは言え、実際にメモレールを使って検測作業を重ねて習熟度を高める機会が少なかったこと、② 日本の技術者から指導を受けたスタッフが他の取扱い者へ十分な指導を行わなかったこと、③ 軌道状態の検査から修繕作業までのフローが規程により定められている中で、そこに位置づけされていないメモレールのデータが「試しに試してみる」以上の意味を持たなかったこと等が想定される。

モンゴル国においては陸上輸送機関としての鉄道が重要な使命を持っていることは第1章で述べたとおりであり、今後モンゴル国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を目指し、メモレールの普及によって効率的な線路保守作業の導入を図るべく普及・実証事業を提案する。本調査で提案する普及・実証事業の目的は、UBTZの軌道保守管理部門が、検測機器により測定した正確なデータをもとに保守作業を計画する体制を導入し、適時・適切な軌道の維持管理を行うこととする。

メモレールを活用した軌道検測をルーチンワークとするためのひとつの目安として、レール探傷器並みの周期で検査を実施すると想定すれば、同等な数量の機材が必要となるが、ODA 案件は UBTZ の組織全体でメモレールの有効性を共有するためのパイロット事業の性格を有するため、軌道保守を分担する各管区保線所単位で実際に機材を使用する活動を実施し、その後の本格的導入を導くこととする。この事業の目的を達成するために期待される成果としては、UBTZ のスタッフが検測機材の操作と結果の評価方法を習得することは勿論であるが、機材の普及に伴って増員が必要となるオペレーターを育成する体制を整えることも重要な要素である。また当該機材の使用を前提とする軌道検測作業の規程類の改定も視野に入れることとする。

対象サイトとしては、ロシア国境から中国国境までの南北縦貫線が5ブロックに区分され、軌道と施設の保守管理が行われる体制になっているため、それぞれの区間を管轄する保線所をC/Pとする。モンゴル東部のバヤントゥメン（チョイバルサン）から国境を越えてロシア鉄道に接続する区間は、南北縦貫線との接続はなく、UBTZの組織においても本社の軌道施設局とは別のバヤントゥメン鉄道部が管轄していること、及び運転される列車本数が少ないことから、対象サイトには含めないこととする。

## 4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

### 4-2-1 普及・実証事業の内容

本事業の目的、成果、活動は下表のとおり。

【表 4-1 普及・実証事業の協力計画】

目的：UBTZの軌道保守管理部門が、検測機器により測定した正確なデータをもとに保守作業を計画する体制を導入し、適時・適切な軌道の維持管理を行う	
成果	活動
成果1： UBTZスタッフがメモレールの機能を十分に活用して検測作業と結果の評価ができるようになる。	1-1 メモレールの現場への配置計画策定 保線所の所在地は、ダルハン（第1）、ウランバートル(UB)（第2）、チョイル（第3）、サインシャンド（第4）、サルヒット（第6）、線路診断センターはUB
	1-2 メモレールの製作と輸送 メモレール5台
	1-3 メモレールの取扱方法の研修 展開／格納作業、検測作業、評価方法、清掃作業等についての研修を、各配置現場の側線等に於いて実施 各保線所で中核となるC/Pを主たる対象者とし、より多くの担当者に対して実施する。
成果2： 軌道検測作業の規則にメモレール使用が位置づけられる。	2-1 UBTZの軌道保守規則の改定案の提言 各管区の現場における軌道保守体制を確認し、メモレールを適切に活用する仕組みを検討する。その結果を踏まえ、UBTZ本社にて軌道保守規則の改定案について協議し提言を行う。
成果3： メモレールオペレーターを増員するため、取扱方法の研修を実施する体制が備わる。	3-1 UBTZ内での人材育成体制の整備 線路診断センター（想定）において社内教育体制の整備を検討するとともに、研修計画を策定する。 必要により研修教材の作成についても助言する。
	3-2 UBTZ内のトレーナーの育成 社内教育を実施できるトレーナーを育成する。

(JICA調査団作成)

### 4-2-2 投入内容

本事業の投入内容は下表のとおり。

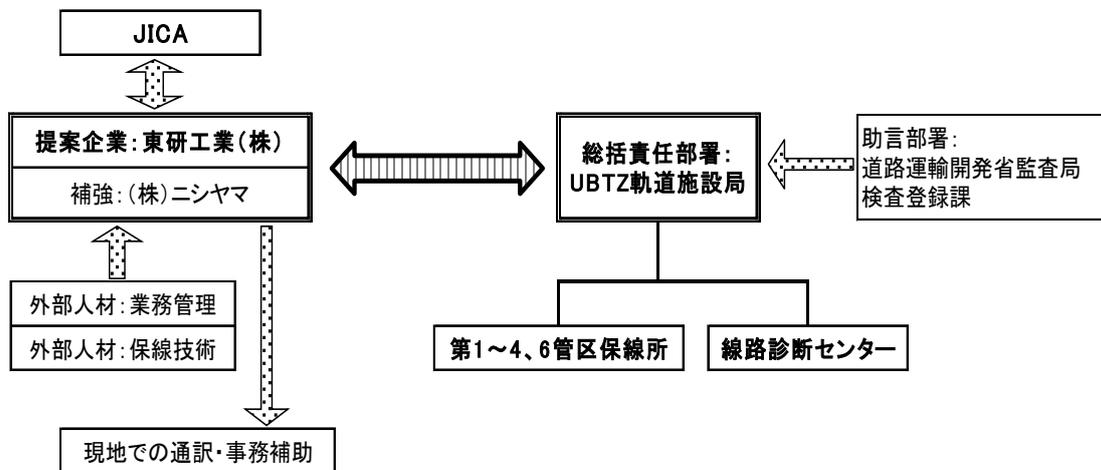
【表 4-2 普及・実証事業の投入内容】

【日本側】	【C/P側】
(1) 専門家の派遣： ① メモレール操作方法（結果の評価を含む）の指導	(1) 事業の総括責任者の配置

② 軌道保守規則について UBTZ 等と協議し改定案を作成 ③ UBTZ 内でのオペレーター育成体制の助言とトレーナーの育成指導 ④ 輸入機材の引取り補助、プロジェクト会計事務、ロジ手配 ⑤ 進捗管理、協議、報告書作成等の管理業務	(2) 5管区保線所それぞれにおいて事業実施の中核となる責任者の配置 (3) 鉄道診断センターにおいて、社内研修を担当する人材の配置と研修場所の提供 (4) 派遣専門家の執務場所の提供
(2) 機材の調達と供与：メモレール5台	
(3) 専門家の現地活動に必要な経費： ① 通訳、翻訳作業 ② 専門家用車両借上げ ③ 国内移動	

(JICA 調査団作成)

#### 4-2-3 実施体制



【図 4-1 事業実施体制】

(JICA 調査団作成)

#### 4-2-4 活動計画（作業工程）

【表 4-3 事業の作業工程】

活動内容	月→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 事業計画の説明と実施体制確認		■																	
2 機材類の製作、輸送、引き取り			□	□	□	□													
3 操作指導 5管区にて							■		■				■						
4 各管区の軌道保守体制確認							■												
5 軌道保守規則の改定案検討										■			■						
6 人材育成体制の検討										■									
7 人材育成計画の策定													■						
8 トレーナーの育成													■						
9 メモレール活用の持続性確認															■				
完了報告書案提出																			□

(JICA 調査団作成)

#### 4-2-5 事業額概算（千円）

(1) 人件費（外部人材、その他原価・一般管理費含む）	21,050
(2) 直接経費（機材費、旅費、現地活動費等）	52,581
(3) 管理費	5,258
(4) 小計	78,889
(5) 消費税	6,311
(6) 合計	85,200

#### 4-2-6 期待される開発効果

本事業の目的は、UBTZ の軌道保守管理部門が、検測機器により測定した正確なデータをもとに保守作業を計画する体制を導入することである。協力計画としては、成果 1 に関連する活動によって UBTZ の各現場でメモレールを実際に使用することにより、その機能への理解を深めることを狙い、成果 2、3 の活動によって将来の本格的導入に向けて機材活用の持続性確保を図っている。

モンゴル国におけるメモレール活用の可能性については 3-3-1 にて述べたとおり、側線や専用線における定期検査の精度向上を主な用途とするほか、本線においても保守作業後の仕上がり検査や、軌道検測車により異常値が検知された場所の位置特定にも活用できると想定している。これにより限られた保守要員でも効率的に正確な軌道の現状把握が可能となり、そのデータをもとに適時適切な軌道保守作業を実施することができれば、UBTZ の列車運行の安全性向上に資することが期待できる。

成果 2 はメモレールで検測したデータの取扱いを軌道保守作業のフローの中に公式に位置づけること、成果 3 は本格的導入によって増員が必要となるオペレーターを適時に育成するための支援であり、いずれも将来のメモレール活用の持続性確保のために必要な活動を計画している。これらがパッケージとして ODA 案件で実施されることにより、UBTZ における本格的導入の基礎が確保できるとともに、モンゴル国内で現在運営されている他の鉄道事業者や、今後新設される鉄道路線においても、その活用の道を開くことが期待できる。

2016 年 7 月にダルハン駅構内側線で発生した脱線事故に関しては、側線を増設するために分岐器を新設した前後で軌道の状態が異常であったことが原因と推定されており、定期検査のみならず作業後の仕上がり状態を確認するためにも目視のみでなく検測機器を使用した検査が重要であり、今後モンゴル国において列車の脱線事故を未然に防ぎ、鉄道輸送の安全性と安定性の向上を図る策として、メモレールを活用した効率的な線路保守作業導入が効果的であることは UBTZ の軌道保守関連部門の関係者が認識している。しかしながら UBTZ は独立採算による運営が原則であり、軌道保守部門に配布される予算のうち、機材類の調達のために使える予算には限度がある。更に自己資金による機材調達手続きは、影響力の大きいロシア製品との比較優位で厳しい審査を経る必要があるため、メモレール活用の有効性を組織全体で共有するまでのパイロット事業として ODA 案件のデモンストレーション効果は大きな意義がある。

コマーシャルベースで機材を販売するだけであれば、その機材を活用するための軌道保守規則改定への提言や、普及に必要なオペレーター育成体制の支援までを実施することは困難であるが、ODA 事業とすることによりそれらの成果を期待することが可能となる。

#### 4-2-7 メモレール導入時の軌道保守管理基準の取扱い

UBTZ では、軌道検測車（デカルト）のデータをそのまま管理基準として制定しているため、メモレールのような静的検測データをもとにした管理基準値がない。従ってメモレールを導入する際には、検測方法が異なる場合の管理基準値を新たに定義する必要がある。詳細については普及・実証事業を実施する段階で確認する事項であるが、第3次現地作業の2月10日に、線路診断センターのエンジニアとの間で検測装置による検測データと軌道保守基準値（許容値）の関係について、モンゴル国と日本の考え方の違いを確認し、その取扱いを整理するための予備作業を行った。その結果は【表 4-4】の通りである。

【表 4-4 軌道保守管理基準の比較】

	UBTZ の軌道検測方法（軌道検測車）	日本の軌道検測方法（メモレール）	導入メモレールへの要望と課題	対応等
高低	5.4m の高低差による実測値による。	10m 弦（2.5m の倍長演算による）	現在 UBTZ では 10m 弦の管理をしていないため、この検測方法を浸透させるためには、新たな管理基準が必要となる。	UBTZ 内の規程により制定は可能だが、メモレールの検査機器を使用すること、及び他民鉄も考慮して制定するのであれば道路運輸開発省からの通達等が必要になる。
通り	20m 弦（21.4m の偏心矢の値から換算）	10m 弦（2.5m の倍長演算による）	10m 及び 20m 弦の 2 つ算出してほしい。現場測定する際に 20m 弦は弦長が長すぎるため、10m 弦にて出力してほしいとの要望あり。	20m 弦は、既に検測車における基準がある。 10m 弦においては高低と同様に新たな管理基準が必要。
軌間	日本と同じ（左右レールの間隔）	左右レールの間隔	なし	—
水準	日本と同じ（左右レールの高低差）	左右レールの高低差	なし	—
平面性	20m 間の水準の最大値と最小値の差（車両長全体の最長距離における車軸間隔による）	在来線：5m 間の水準差 新幹線：2.5m 間の水準差（上記共に台車の車軸間隔による）	現場で軌道検測車の基準超過を把握できるように 20m 間の平面性を出力してほしい。5m の平面性は 20m 以下の範囲であるため、そのまま残しても良いが、安全面を考慮した際にどちらが優位か検討する必要がある。（日本では、台車で 3 点支持による脱線を防止するため、台車の車軸間隔により規程を定めている）	ソフトに 20m 間の最大最小値確認演算を組み込むと重くなることから、EXCEL ファイルにデータとして出力した後に対応する方法を検討したい。

（JICA 調査団作成）

#### 4-3 他 ODA 案件との連携可能性

提案する普及・実証事業との連携が想定できる他の ODA 案件は、現時点では特にない。

#### 4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

提案する普及・実証事業は、UBTZ が運営する鉄道網を対象としており、これらの軌道にお

いては UBTZ の軌道保守局がメモレールを使って検測作業を実施すると判断すれば、必要な手続きを行うことによって作業が可能であり、本事業の実施を阻害する要因は存在しない。メモレールを使って検測作業を行う対象としての軌道は、総延長が 2,200km に及ぶ。このうち優先的にその活用を提案する駅構内側線については、本線と支線を合わせた範囲（第 1～4、6 管区）において合計 347km に達する。これに加えて工場、発電所、倉庫、鉱山等の専用線のうち UBTZ が保有する区間の軌道延長は、同じ範囲において 270km に達する。

過去にノンプロ無償で供与したメモレールが十分に活用されていなかった理由のひとつに、UBTZ では軌道状態の検査から修繕作業までのフローが規程により定められている中で、メモレールで検測したデータがそこに位置づけられていなかった点に鑑み、普及・実証事業には当該機材の使用を前提とすべく保守作業の規程類の改定への提言を活動のひとつとした。現行の規程類がどのレベルの権限で制定されているかを確認したところ、軌道検測車による検測結果を使用する規程は UBTZ 副総裁が定めているとのことであった。従って、UBTZ に於いて使用する限りにおいては副総裁の判断で規程を改定することが可能と考えられる。但し MTZ 或いは発電所や鉱山等 UBTZ 以外の鉄道においても使用することを想定する場合は、道路運輸開発省が定めることとなる。また新設軌道の完成引渡し時の確認作業で使用する目的であれば、当然ながら省の管轄となる。

軌道保守作業等でメモレールを使用するための位置づけとは別に、モンゴル国内で使用する測定機器類は政府の評価基準局（省に属さない独立部門）の認定を得る必要がある。軌道の検測関係でも軌道検測車（デカルト）から簡易な道具である軌道ゲージに至るまで、この認定を得ているが、過去に供与したメモレールについてはこの手続きを行っていなかった。道路運輸開発省の検査官によれば、認定手続きには、モンゴル語の取扱説明書と、その機器類を使用する責任者を特定する必要があるが、メモレールについては翻訳された取扱説明書があり、責任者は UBTZ 副総裁とすれば、認定手続きにはそれほど時間を要しないとのことであった。本格的導入の前提条件としてこの手続きは必要不可欠である。

提案企業側が抱える課題として、モンゴル国の鉄道の軌間がロシアと同じ規格（1520mm）であって日本に存在しないため、製造後の出荷前調整・検査に必要な試験軌道の確保がある。過去に 3 台を納入した際には、試験軌道を改造（軌間拡大）して借用する場所があったために出荷前の調整・検査を実施することができたが、現時点では存在しないため、たとえわずかな台数の製造であっても試験軌道を建設するか、或いは軌間を拡大して借用できる試験軌道を探す必要がある。

また、現地で使用するキリル文字に対応したソフトウェアや取扱説明書の改良、模倣回避のためのソフトウェアの難読化・暗号化等の初期投資も必要となるが、これらは普及・実証事業の概算事業額の中に含めている。

モンゴル国の厳しい自然環境下でのメモレール使用について UBTZ 側との話題に上がったのは、厳寒期や砂塵の中での検測作業である。低温時については 3-2-5 で述べたとおり、マイナス 20 度前後では問題なく作業ができることを確認した。気温がこれ以下の環境においては携帯式の発熱剤をバッテリー付近に当てて保温を図る方法が考えられるが、モンゴル国においては

このような商品は一般的には入手できない。メモレールに搭載しているコンピューターは家電メーカーの製品を使用しており、耐寒性を強化した特別仕様の製品の開発は現実的でないため、モンゴル国においては現在の仕様を前提とした活用方法を検討せざるを得ないと考えている。

また南部の砂漠地帯では砂塵が吹き荒れる時期があり、こうした環境下では機器類の故障が予想されるため、やはり検測作業を避けることを前提とした活用方法を検討せざるを得ないと考えている。

## **第5章 ビジネス展開の具体的計画【非公開】**



**Тайлбар**

- Улсын хил
- 649.1 Өртөө, зөрлөгийн байршиж буй километр, зуут
- 554  
555 Замын ангиудын хилийн зааг
- **Чойр** Өртөө
- **Лүн** Зөрлөг
- ✂ Замын анги
- ☎ Холбооны анги, салбар
- 🚂 Зүтгүүрийн депо, хэсэг
- 🚊 Сэргээн босгох галт тэрэг
- 🚋 Эрчим хүч, ус хангамжийн анги, салбарууд
- 🚎 Галын анги, салбарууд
- 🚗 Суудлын вагон депо
- 🚚 Вагон депо
- + Эмнэлэг, эмнэлгийн салбарууд

## Summary

### Chapter 1: Current status of Mongolia

#### 1-1 . Political and Socioeconomic status of Mongolia

The population of Mongolia is 3.13 million (as of 2016) and the population density (2.00 pers./km<sup>2</sup>) is the lowest in the world. The Mongolian People's Republic, a socialist regime, had aimed at democratization and market economy and current Mongolia was founded in 1992. There are abundant mineral resources and livestock farming, and the main export items are mineral resources (coal, copper concentrate, fluorite etc.), crude oil, and pastoral products (cashmere, leather). Although it maintained a high economic growth rate of 12.3% by 2012, growth slowed down due to the sharp decrease of foreign direct investment and sluggish exports due to sluggish resource prices, etc., and it fell down to 2.3% in 2015. GDP per capita (2015, nominal) is 4,182 US dollars.

Mongolia has a republic system by using the presidential system and the parliamentary cabinet system in combination, but the regimes have changed every time in the general election held every four years since the democratization in 1990. In the latest general election in June 2016, the opposition party: Mongolian People's Party won overwhelming victory of winning 65 seats out of 76 seats, becoming the first party and the new cabinet was inaugurated in August.

Railway is operated by Ulaanbaatar Railway (UBTZ), Mongolian Railway (MTZ), other mineral resource transport railways, power plant dedicated lines, etc., and the track gauge is same as Russian 1520 mm, most of them are single-track, non- electrified. Although there are several operators of railways in Mongolia, this survey mainly focuses on UBTZ, which dominates public rail transport in Mongolia. UBTZ operates rail network of 1,809.5 km, including 1,108.7 km as a trunk line connecting Russia and China.

#### 1-2 . Development issues in the transportation sector

The freight transport volume in the country has doubled in the four years until 2012, but the growth in road transportation is remarkable. Among freight transportation, share of railway is 38% in ton base, while it occupies 73% in ton-km base, which shows railway is used for long-distance mass transportation. Road traffic is overwhelming for passenger transport, but railway occupies 30% on person-km basis, it turns out that it is used for long distance trip.

Approximately 70% of Mongolian coal is exported and the rest for domestic use. All coal for export is coking coal and exported to China by truck. For domestic use, general coal is mainly used for fuel of power plant, and almost all of them are transported by railway.

In Mongolia, railway plays an important role as land transportation system, especially the freight transportation is a very important economic infrastructure of this country with abundant mineral resources such as coal and copper. However, the railway facilities operated by UBTZ were developed by around 1958 by the technology and support of the former Soviet Union, and it cannot be said that sufficient maintenance have been done after the collapse of the Soviet Union. Therefore they are decrepit and it is an urgent matter to secure safety and stability by performing appropriate maintenance work.

Even at the end of July 2016 just before this survey, a long freight train from Russia to China caused a derailment accident on the side track of Darkhan station in the north, then six freight cars derailed and overturned, and a part of the track was damaged. Regarding the main track, the Track Inspection Vehicle is regularly operated and grasp the state of rails, and when it detects a irregularity, repair works are carried out, whereas for the side tracks or dedicated lines to factories, etc., the inspection is done only by the staff walking along the track, then it is necessary to introduce inspection equipment to improve its accuracy.

In order to prevent derailment accidents in Mongolia in the future and to improve the safety and stability of railway transportation, it is effective to introduce efficient railway maintenance work based on the data by inspection instruments, and this fact is recognized by executives and staffs in the track maintenance related department of UBTZ.

### 1-3. Development plan, related plan, policy in railway sector

In the National Development Plan "Long-Term Sustainable Development Vision of Mongolia /2016 - 2030" enacted on February 5, 2016, it is indicated as necessary to develop the energy and infrastructure sector preferentially in order to realize sustainable economic development. As for railway, construction of mineral resource transportation and detour route of Ulaanbaatar are listed up.

As a medium/ long term plan of UBTZ, after the inauguration of the new cabinet in August 2016, the plan targeting 2020 - 2030 has been under drawing up, and according to hearings from concerned persons in Mongolia, main topics are:

- (1) Assuming future demand forecast improving the transportation capacity,
- (2) Double tracking of some routes, extension of effective length in the station,
- (3) Strengthening the track (PC sleeper, filling ballast, introducing long rail).

In the basic policy of Aid to Mongolia set down by the Ministry of Foreign Affairs, Japan (May 2012), it is stated that support to the country blessed with abundant underground resources such as coal and copper will also contributes to securing the stable supply of resources and energy to Japan, and the first issue of the priority issue is "Sustainable development of mineral resources

and strengthening of governance”. Most of the coal currently produced in Mongolia and used as fuel for power plants etc. is transported by UBTZ, and the amount of 6,596 thousand tons occupies 39.9% of rail freight items (2014 UBTZ). Improving the maintenance level of railway facilities and maintaining railway as a stable transportation mode is positioned as an important policy to make mineral resource development sustainable.

#### 1-4. Preceding ODA projects in the railway sector in Mongolia

As assistance to the railway sector by Japanese ODA, "Improvement Plan for Transshipment Facilities at Zamyn-uud station" by Grant Aid, and "Railway Transportation Rehabilitation Project" by Yen Loan were implemented in the 1990s. Also in the 2000s, "Project for Rehabilitation of Railway Facilities" by Grant Aid and the "Project for Formulation of Master Plan on Modernization of Railway" by Technical Cooperation were implemented.

There is no other donor's assistance to UBTZ, but this may be due to the fact that 50% of capital is held by Russia.

## Chapter 2: Features of the product / technology of the proposing company and policy of overseas business development

### 2-1. Features of products / technologies of the proposing company

Memorail measures the values of five basic items (gauge, cross level, longitudinal level difference, alignment line and flatness) indicating the condition of track by detecting information using sensors and its graphic processing, and stores the data in the installed personal computer in real time with numerical values and graphs.

Three Memorails were donated to Mongolia as part of Non-project Type Grant Aid in 2011.

In the past in Japan, as a manual measurement of track, Water Yarn Method (difference Method) was used in which "longitudinal level difference" and "alignment line" were measured with a certain length of threads along the rail. The "gauge" and "cross level" were measured by a ruler attached on the both rails checking the distance and the difference of height. A track inspection instrument was devised as a method for efficient inspections. As products having similar functions in Japan, there are B of manufacturer A and D of manufacturer C. Among JR Group operators, JR East, JR Hokkaido and JR Shikoku use Memorail and D, JR Central use B, JR West and JR Kyushu use D.

As user's works for maintenance and management of Memorail, daily inspection and pre-work inspection, cleaning during and post inspection are necessary. Apart from maintenance and management carried out by users themselves, Token Industry Co., Ltd. conducts periodical inspection once a year in Japan. If there is any damage occurs during inspection or during transportation, repair work is required, and this is also carried out by Token Industry Co., Ltd.

## 2-2. Position of overseas business development of the proposing company

In order to achieve sustainable growth in the railway industry, which is an infrastructure business, Token Industry Co., Ltd believes it is important to enter not only the domestic market but also overseas markets, especially developing countries. Continuing competition with manufacturers of measuring equipment in Japan, as collaboration with Senken Kogyo Co., Ltd., was realized in this survey, Token Industry Co., Ltd focused on growing Asia and set new markets in search of it, and tried to find a way to go abroad.

Memorail were requested to procure through Non-project Type Grant Aid by Japan from Vietnam and Mongolia in the past, and the Ministry of Road Transport of Mongolia and UBTZ have been eagerly considering utilizing Memorail for effective track maintenance work. That's why Mongolia was chosen as the target of this survey.

Memorail has been manufactured by Token Industry Co., Ltd., and Nishiyama Corporation has been dealing with its sales, and this relation will be adopted in the future. It is assumed that rapid sales expansion is not expected, and the establishment of a local subsidiary in Mongolia is not considered at this moment. Although it may be possible to establish a local business partner or agent, it is important that regulations are adopted in Mongolia to use track inspection instrument such as Memorail as the method of measurement.

## 2-3. Contribution to Japan's regional economy expected by the proposing company to advance business abroad

Token Industry Co., Ltd. is mainly handling machinery metal processing, and it carries out the main metal processing of Memorail. As sales increase due to the export of Memorail, Token Industry Co., Ltd. is expecting the spread of employment of company and the ripple effect to local companies. By linking the experiences, achievements, and information gained through the overseas expansion to the development and manufacture of railway equipment other than track inspection instrument, Token Industry Co., Ltd. would contribute the development of the local economy as a production base of the railway equipment industry.

## Chapter 3: Results of confirmation on the products/ technology for feasibility of introduction

### 3-1. Method of verifying field conformity of products and technology

#### 3-1-1 Current status of UBTZ

Regarding the organization and management system of UBTZ, we surveyed the current situation based on hearing from UBTZ executives, information from its Homepage, other relevant reference materials. As for the actual situation of the work organization related to track maintenance, we visited the operating offices in the vicinity of Ulaanbaatar and checked the equipment being used.

### 3-1-2 Current status of Memorails donated in the past

Three Memorails donated to UBTZ by Grant Aid in FY2011 were allocated to a track maintenance depot of UBTZ, Railway Diagnostic Center and Track Dept. of Transport College. Currently one of them which was placed in the track maintenance depot (Sainshand) has been moved to an dedicated line of iron mine newly established in October 2015 (the railway was opened in April 2016 and operated by MTZ).

In this survey, the team confirmed the usage records of the Memorails located at the Railway Diagnostic Center and the Transport College by hearing from the staff as well as examining the data recorded in the Personal Computer of Memorails.

During the field survey, an Instruction Manual translated into Mongolian and a paper which compiled features and requests for improvement of Memorail was submitted from the Director of Railroad Diagnostic Center. Based on the result of actual use of Memorail, the requests concerning the function etc. had been listed up, therefore we have conducted hearings from the parties to confirm their intentions and examined whether or not we can respond to those requests.

### 3-1-3 Current track condition of UBTZ

In this survey, the track condition of UBTZ were observed and confirmed when we accompanied the demonstration work of Memorail on the main line. Also, we could confirm the track condition of the dedicated line of the 4th Thermal Power Plant, which was performed as additional inspection work. In order to grasp a wider range of track conditions, there is a method of running on a main line with a self-propelled vehicle for management use, but since the investigation period was limited this time, it was not possible to arrange it. Instead, the survey team have ridden on a passenger train, observed along the railroad line and confirmed riding comfort.

### 3-1-4 Promoting understanding of function of Memorail

In this survey we decided to carry out the trial activity on the site using Memorail donated by the Grant Aid in the past, and planned to let UBTZ staff themselves do the actual measurement work, for the purpose to deepen understanding the practicability of Memorail. As the venue for using Memorail, we decided to select a section with steep grade and sharp curve where the load on the track by train is hard. As a result of consultation with Mongolian side, the section located to the south of Bayan station (from 452.5km to 456.5km) was selected.

At the planning stage of this survey, only the trial activity of the Memorail on the main line was planned, but as a result of the first field work, the necessity of grasping the track condition of

side tracks in the station or dedicated lines for factory, etc. has become recognized with high priority, it was decided to carry out the trial work on the side track or dedicated line in addition to the main line. The inspection work on the dedicated line of the 4th Thermal Power Plant adjacent to the Ulaanbaatar station was arranged,

In the second field work, we conducted a Track Maintenance Seminar inviting Mongolian railway officials. This is mainly intended to introduce the overview of maintenance operations in Japan and to explain the outline of the function of the Memorail. In addition, the team presented multiple ideas on the possibility of utilization of Memorail in Mongolia recommended by the study team, and exchanged opinions with Mongolian side.

### 3-1-5 Confirmation of function under extremely cold circumstance

In the wish list for modification of Memorail submitted from the Mongolian side, there is a request that "we want batteries which are durable for low temperature ". Also, JICA officials pointed out the possibility to carry out a confirmation work in this survey on the durability of equipment at low temperature, which is a special circumstance of Mongolia. Therefore, it was decided to postpone the 3rd field work from November 2016 to February 2017 and confirm the operation at under extremely cold weather.

### 3-3. Confirmation of needs of the product and technology in Mongolia

Based on the current status of the track maintenance system of UBTZ ascertained through the field work of this survey, the possible target and objectives which are expected to be effective by introducing Memorail in the future can be shown as follows:

Target to be inspected	Inspection Objective	Priority
Main track	Confirmation of finish after track repair work	High
	Improvement of accuracy of track inspection by walking	Middle
	Confirmation of precise location of over-limit deflection pointed out by Track Inspection Vehicles	High
	Inspection when over-limit values appeared by Track Inspection Vehicle	Low
Sub-main track (in a station)	Improvement of accuracy of track inspection	Middle
Side track/ Dedicated lines for factory etc.	Improvement of accuracy of track inspection	High
Constructed track	Confirmation of finish at completion of construction	High

UBTZ summarized the requesting items based on the results of using Memorails donated in the past, and was submitted by the Director of Railway Diagnostic Center. The list of 12 items were discussed at the time of question and answer in the Track Maintenance Seminar on September 14, 2016. These items are classified into items related to equipment already in use and

specifications of equipment to be delivered in the future, and the possibility of future adoption was examined.

#### 3-4. Confirmation of the effectiveness and relevance of product and technology for Mongolian development issues

In Mongolia, railway plays an important role as land transportation system, and transportation of coal, which is the energy source of electricity and hot water heating, supports the socioeconomic activities of this country. The railway facilities operated by UBTZ were developed by around 1958 by the technology and support of the former Soviet Union and it cannot be said that sufficient maintenance was done after the collapse of the Soviet Union. However within the scope of observation in this survey, the track of the main line are maintained and managed in a state better than expected. In UBTZ, trains are composed and operated with much larger scale than Japan, load on the track is heavy and maintenance becomes important as the track is destroyed daily. However, using a bold rail and dense placement of sleepers have strengthen the track structure, then, considering the fact that the transportation volume is increasing year by year, it is assumed that the track maintenance department continuously performs the maintenance work and strives for maintaining facilities. On the other hand, for the side tracks in the stations and the dedicated lines for factory etc., the track maintenance work is planned based on the inefficient inspection result by the inspection staff walking along the track, and it is understood that track maintenance and management is not sufficient. The side tracks in the station area has an auxiliary function of operating heavy trains operated by the main line, and in July 2016, a freight train caused a derailment accident on a side track inside the Darkhan station. Also, the dedicated lines are bearing freight transportation with important missions such as transporting fuel coal to power plants, mineral resources from mines, goods to government warehouses, etc., and even the possibility of derailment accidents are less because the train speed is relatively low, once an accident happens, the impact on socioeconomic activity is not small.

The length of the North-South trunk line of UBTZ is 1,108.7 km, the accumulated length of side tracks in the stations along this route is 292.5 km, and the total length of the dedicated lines to the factory and power plants etc. (under UBTZ's control) is 215.1 km. As an indication of work volume to be inspected by human power using Memorail, when looking at the performance of Rail Flaw Detectors currently executing Static inspection by human power, one Flaw Detector executes inspection of 100 to 120 km track per month. If we assume that inspection by Memorail is carried out in the same way and setting the inspection cycle twice a month, the track length covered by each Memorail will be approximately 50 km. That is, assuming operation similar to that of a Rail Flaw Detector, and completing the inspection cycle

twice a month for all side lines and dedicated lines, if it is simply computed by a total measurement distance, it is a scale to be implemented with 10 Meomrails.

Although there is a fact that UBTZ carried out inspection works using Memorail which were donated in the past, it is not necessarily used as a means to continuously detect track conditions. The cause is assumed that there are rules in UBTZ that the Track Inspection Vehicle is operated and based on its data the necessary track maintenance works are carries out, as well as the track conditions are checked by the inspection staffs and group leader class of each maintenance depot and based on their results the necessary track maintenance works are carried out, whereas Memorail has been no room to reflect the results of its inspections. Therefore, when introducing Memorail in the future, it is desirable that the inspection data by Memorail is positioned in the work flow regarding the track maintenance work in Mongolia.

The priority issue of the basic policy of assistance to Mongolia as stipulated by the Ministry of Foreign Affairs of Japan is "Sustainable development of mineral resources and strengthening of governance". Although the importance of mineral resources as export items is sluggish due to the recent deceleration of the Chinese economy and sluggish worldwide resource prices, railway is still important for transportation of coal that supports domestic power and hot water heating energy. The national development plan "Long-term Sustainable Development Vision 2016-2030" enacted in February 2016 also stipulates the need to develop the energy and infrastructure sector preferentially. In order to realize that, new construction projects of railway are also positioned. The newly constructed railway inevitably needs track maintenance work, because a burden on the track is always placed by the operated trains, and there is always a necessity to conduct a Static Inspection manually with the equipment such as Memorail to supplement the Dynamic inspection by the inspection vehicles. Accordingly, the relevance of introducing the proposed equipment in this survey is confirmed.

## Chapter 4: Proposal on ODA project

### 4-1. Outline of ODA Project

In order to prevent train derailment accidents in Mongolia and to improve the safety and stability of railway transport, a Verification Survey is proposed to introduce efficient track maintenance work by spreading Memorail. The purpose of the Survey is: The track maintenance department of UBTZ introduces a system for planning maintenance work based on accurate data measured by inspection equipment and executes timely and proper track maintenance management.

As one indication to make track inspection by Memorail as a routine work, equivalent amount of equipment is required if it is supposed to inspect at the same performance as the Rail Flaw Detector. However, ODA project will have a nature of a pilot project to spread awareness of effectiveness of Memorail across UBTZ, then in the proposed plan of Verification Survey, equipment will be procured and utilized for activities in each of the regional track maintenance authority, and will lead to the full-scale introduction afterwards in future.

It is necessary not only to increase the number of equipment, but also to foster operators who carry out the work, therefore if the project can support the training system, the effect will be significant. Furthermore, if it is possible to position the data measured by Memorail as a result of the Static inspection into the rules and regulation of track maintenance work in Mongolia, the accuracy of the inspection inevitably improves which will contribute to improve track maintenance system.

Persons concerned to track maintenance in UBTZ are aware that using Memorail is effective for efficient railway maintenance work as a measure to prevent derailment accident and to improve the safety and stability of railway transport in Mongolia in the future. However, UBTZ has to manage under independent profit basis in principle, and there is a limit to procure equipment within the budget allocated to track maintenance department. Furthermore, since the equipment procurement procedure by own funds needs to undergo rigorous examination with a comparative advantage with influential Russian products, the demonstration effect of ODA projects as a pilot project until the effectiveness of the use of Memorail is shared throughout the organization is great.

The outputs and activities of this Survey are as follows:

#### Output 1

The UBTZ staff will become able to make full use of the function of the Memorail for inspection work and evaluate the results.

#### Activities 1

(1-1) Fix a plan to distribute Memorail to maintenance depots

The location of the depots are Darkhan (1st), Ulaanbaatar (2nd), Choir (3rd), Sainshand (4th), Salkhit (6th)

(1-2) Manufacturing Memorail (5 units)

(1-3) Training on handling Memorail

Trainings on unfold/fold work, inspection work, evaluation method, cleaning work etc. are carried out at each site.

#### Output 2

The use of Memorail is positioned in the regulation of track inspection work.

#### Activities 2

##### (2-1) Propose revision of track maintenance regulations

Confirm the track maintenance system at each region and consider the mechanism to appropriately utilize Memorail. Based on the results, discuss and propose a draft revision of track maintenance regulations at UBTZ Headquarters.

#### Output 3

In order to increase the number of operating staff, UBTZ have a system to conduct training on handling skill of Memorail.

#### Activities 3

##### (3-1) Help setting up the training system in UBTZ

At the Railway Diagnostic Center (supposed) an internal training system will be established and training programs will be formulated.

Also advise on the preparation of teaching materials if necessary.

##### (3-2) Training of trainers

Train trainers who can carry out internal training.

The implementation period of the project is 18 months, the approximate estimated cost is 85,200 thousand yen.

#### 4-2. Issues and countermeasures in ODA project formation

In this Verification Survey, advices for revision of regulations of track maintenance work to use data measured by the equipment is proposed as one of the activities. In the case of existing regulations regarding the use of data measured by Track Inspection Vehicle, it was authorized by the Vice President of UBTZ. Accordingly, as long as the equipment is used within the track maintenance of UBTZ, it will be possible to revise the regulations decided by the Vice President. However, if it is supposed to be used in MTZ, power plants, mines or railways other than UBTZ, it shall be authorized by the Ministry of Road, Transport and Development.

Apart from the position to use the Memorail in track maintenance work, the measuring instruments used in Mongolia need to be certified by the government's standard authority. Even for the current track measurement, this procedure of certification has been taken from the sophisticated Track Inspection Vehicle to the "gauge" which is a very simple tool, however, Memorail which were donated by the Grant Aid did not obtain this certificate. It is said that it will not take much time for the certification procedure. This procedure is indispensable as a prerequisite for full-scale introduction of Memorail.

As an issue faced by the proposing company side, as the track gauge of Mongolia is 1520mm which does not exist in Japan, it is necessary to secure a special test track in Japan. When Memorail was donated to Mongolia in the past, manufacturer could carry out the adjustment and inspection before shipment because there was a place to remodel a test track (widening the track) and borrow, but it does not exist now. Even for a small number of manufacturing, it is necessary to construct a test track or find a test track that can be borrowed by widening the track.

In addition, initial investment such as improvement of software and instruction manuals corresponding to Cyrillic letters used locally, and obfuscation /encryption of software for avoiding imitations, etc. are also required. These costs are included in the estimated cost of proposed Verification Survey.

In Mongolia, during the severe cold season from December to March, outside temperature of many days reach as low as minus 20°C in the daytime and minus 30 to 40°C in the morning or evening. In the low temperature test of the proposed equipment, the motion of the personal computer slowed down from minus 20°C or less, and it stopped at about minus 30°C, so the allowable environment of the equipment is fixed at minus 20°C or more as specification of the equipment. In this survey, it was confirmed that Memorail worked without problems at around minus 20°C. In an environment where the temperature is below this, a method of keeping the temperature is conceivable by putting a disposable heating pad near the battery, but such products are generally not available in Mongolia. As the personal computer installed on Memorail is supplied by a manufacturer of home electric appliances, development of a special-purpose product that strengthens cold resistance is not realistic, so in Mongolia we have to consider how to utilize the equipment with the current specification as a prerequisite. Also, in the desert area in the south, there is a season when sand storm blow up, and it is expected that failure will occur under such circumstances, so we still have to think about how to utilize the equipment including avoiding the inspection work.

# Feasibility Survey for Introducing Efficient Railway Track Maintenance Work in Mongolia

## SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : TOKEN Industry Co. , Ltd
- Location of SME : Sendai, Japan
- Survey Site ▪ Counterpart Organization : Ulaanbaatar Railway (UBTZ)



## Concerned Development Issues

- Railway is the most important transportation mode in Mongolia for transporting rich mineral resources such as coal and copper.
- Railway facilities were constructed by the support of former Soviet Union, however, they are aged and it becomes an urgent issue to secure safety and stability of train operation by executing proper maintenance work.

## Products and Technologies of SMEs

- “Memorail” is a handy instrument with its light-weight and compact size with collapsible frame, and it is easy for frequent track inspection work.
- It can measure gauge, cross level, longitudinal level difference, alignment line and flatness. With its personal computer, operator can watch graphed data in real time on the screen, also the data can be output as a sheet on the spot.

## Proposed ODA Projects and Expected Impact

- **Verification Survey:** Utilizing Memorail, proper system will be introduced to execute track maintenance works depending on accurate data of track condition, accordingly the safe train operation will be secured. In order to maintain sustainability after the Survey, facilitation of training system of operators and advise to revise rules/regulations of track maintenance work are included as activities.