

ミャンマー連邦共和国
ミャンマー国鉄

ミャンマー国 鉄道中央監視システム及び保安機材整備 計画準備調査

準備調査報告書（簡易版）

平成26年7月

（2014年）

独立行政法人

国際協力機構（JICA）

日本コンサルタンツ株式会社

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

基盤
JR（先）
14-108

鉄道中央監視システム及び保安機材整備計画準備調査

準備調査報告書

略語集／図表リスト

序文

要約

写真／完成予想図

目 次

ページ

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1
1-1 当該セクターの現状と課題	1
1-1-1 現状と課題	1
1-1-2 開発計画	1
1-1-3 社会経済状況	2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	2
1-3 我が国の援助動向	3
1-4 他ドナーの援助動向	3
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	5
2-1 プロジェクトの実施体制	5
2-1-1 組織・人員	5
2-1-2 財政・予算	6
2-1-3 技術水準	6
2-1-4 既存施設・機材	8
2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況	8
2-2-1 関連インフラの整備状況	8
2-2-2 自然条件	9
2-2-3 環境社会配慮	12
第3章 プロジェクトの内容	17
3-1 プロジェクトの概要	17
3-2 協力対象事業の概略設計	18
3-2-1 設計方針	18
3-2-2 基本計画	22

3-2-3 施工計画及び調達計画	65
3-3 相手国負担事業の概要	79
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	80
第4章 プロジェクトの評価	83
4-1 事業実施のための前提条件	83
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方負担事項	83
4-3 外部条件	84
4-4 プロジェクトの評価	84
4-4-1 妥当性	84
4-4-2 有効性	87
第5章 結語	88
5-1 おわりに	88
5-2 今後の提言	88

図リスト

ページ	図番号	名称
5	2-1	MR 組織図（実施・運営機関）
6	2-2	ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の保守体制
6	2-3	第 6 管区のタウンジー駅～ピュンタザ駅の保守体制
10	2-4	気候分布図
10	2-5	年間降水量
19	3-1	本無償資金協力事業における 3 つのコンポーネント
23	3-2	ヤンゴン中央駅
24	3-3	線路冠水状態（駅西側）
25	3-4	線路冠水状態（駅中央付近）
25	3-5	冠水の原因の一つ（駅西側の川）
26	3-6	駅構内への水流入の様子
27	3-7	パズンダン駅
29	3-8	ヤンゴン中央駅周辺
30	3-9	ヤンゴン中央駅での更新計画
31	3-10	パズンダン駅での更新計画
31	3-11	連動更新検討の全体イメージ
32	3-12	ヤンゴン中央駅の新信号扱所と信号機器室イメージ
33	3-13	電源線のルート
37	3-14	トージャウンカレー・イワタジー間の踏切位置図
38	3-15	交通量の集計結果
39	3-16	現在の運用方法
40	3-17	踏切自動警報化における装置構成及び動作手順
40	3-18	踏切への電源供給
41	3-19	発電機との接続
43	3-20	踏切制御図表
46	3-21	チャンシッター踏切概略設備図
47	3-22	ミャンマー国鉄指令の現状
47	3-23	実施ダイヤイメージ
48	3-24	実績ダイヤイメージ
49	3-25	ステップ 1 のイメージ
49	3-26	ステップ 2 のイメージ
50	3-27	列車運行表示盤
51	3-28	列車運行表示盤付帯設備
52	3-29	列車運行表示システムの流れ
53	3-30	ダイヤ作成システムの概略ハードウェア
54	3-31	2 分目ダイヤの読み方

表リスト

ページ	表番号	名称
3	1-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績
4	1-2	他のドナー国の援助実績（信号通信）
7	2-1	ミャンマー鉄道の収支状況の推移
9	2-2	関連インフラの整備状況
11	2-3	ヤンゴン気象データ（Kaba-aye 観測所）
12	2-4	環境社会配慮におけるスコーピング結果
15	2-5	環境社会配慮調査の TOR
15	2-6	環境社会配慮調査結果
17	2-7	環境社会配慮緩和策
19	3-1	設計の基本方針
20	3-2	自然環境条件及び社会経済条件に対する方針
22	3-3	施工に関する方針
30	3-4	既設駅設備一覧
34	3-5	施工上撤去が必要な現場設備数量
36	3-6	電子連動装置設置関係機材計画
38	3-7	踏切交通量調査の結果
43	3-8	運行速度の時素
45	3-9	自動踏切機材計画
46	3-10	発電機機材計画
54	3-11	列車運行図表の種類及び用途
56	3-12	ヤンゴン・ピュンタザ駅間の各駅連動装置一覧
64	3-13	列車集中監視装置（TMS）の主な工事材料
66	3-14	列車集中監視装置（通信装置）の主な工事材料
66	3-15	列車集中監視装置の主な電源設備材料
205	3-16	コンサルタントの調達監理人月表
208	3-17	「設備検査ルール等の策定支援」実施工程（案）
210	3-18	「踏切通行者に対するマナー啓発活動」実施工程（案）
211	3-19	「駅の信号設定訓練ならびに運行管理要員の指導」実施工程（案）
212	3-20	ヤンゴン中央駅・パズندان駅を集中制御する電子連動装置の設置
213	3-21	トージャウンカレー・イワタジ間の踏切自動警報装置の設置
214	3-22	ヤンゴン・ピュンタザ間の列車集中監視装置の導入
215	3-23	日本側と「ミ」国側の負担範囲
216	3-24	維持管理項目と各周期
219	3-25	協力対象事業者の概略事業費
220	3-26	維持管理項目と維持管理費
225	4-1	定量的効果

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ミャンマー連邦共和国の鉄道中央監視システム及び保安機材整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を日本コンサルタンツ株式会社（共同企業体として、株式会社オリエンタルコンサルタンツ）に委託しました。

調査団は、平成25年10月から平成26年7月までミャンマーの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご視線をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成26年7月

独立行政法人国際協力機構

経済基盤開発部

部長 中村 明

要 約

①ミャンマー連邦共和国の概要

ミャンマー連邦共和国（以下、「ミ」国）は、約 677k ㎡の国土と約 5 千万人の人口を抱える国であり、自然条件について、気候分布は下の左側の図のようになっており、年間雨量は下の右側の図のようになっている。

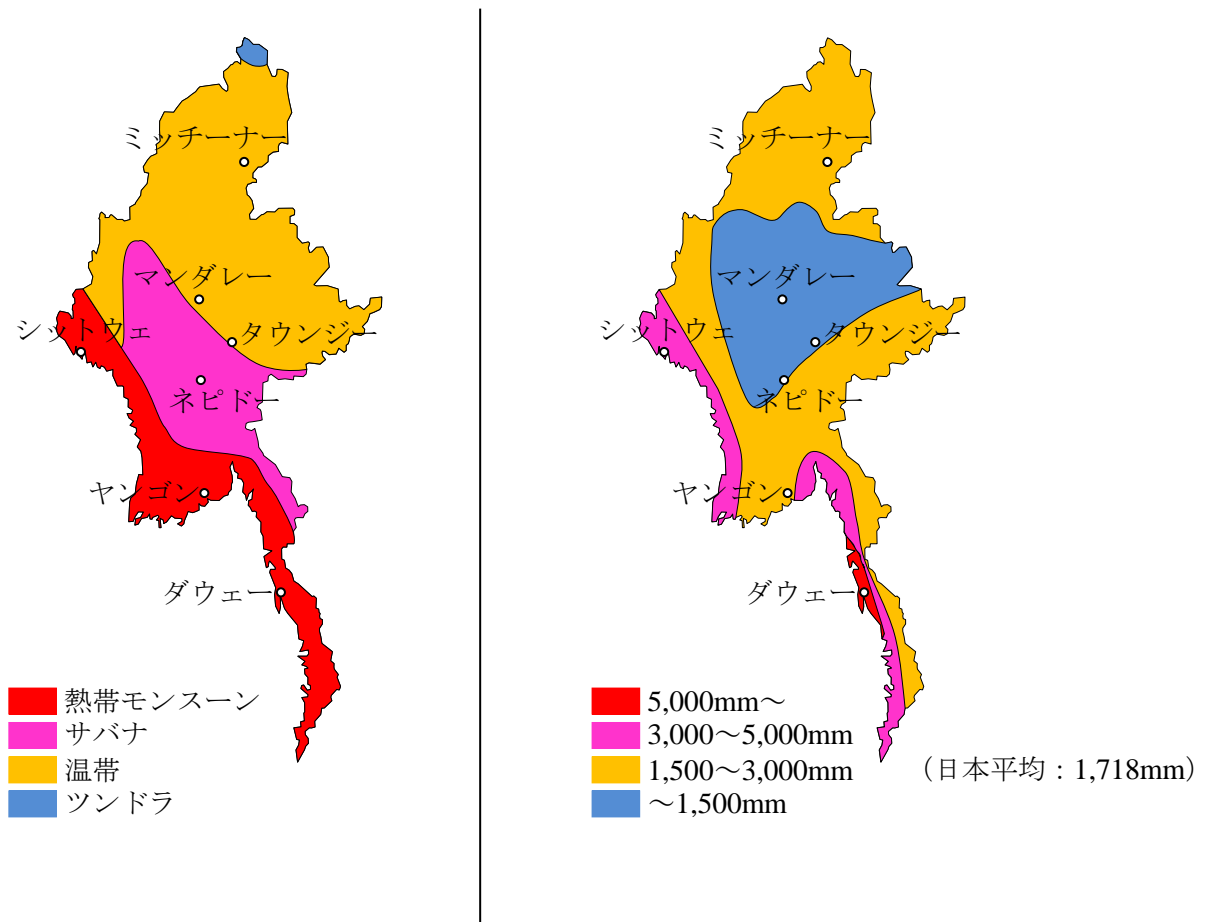


図.1 「ミ」国の自然条件

今回の事業対象範囲では、ヤンゴン付近も含まれることから、雨季にあたる 5 月～10 月には、日常的に駅構内でも冠水が起きている状態である。

経済状況は、IMF の推計によれば、「ミ」国の名目 GDP は 530 億米ドル、経済成長率は 2012/2013 会計年度で 6.5%とされており、2014 年には経済成長率が 6.8%まで成長すると予測されている。一人あたりの GDP は 884 ドルであり、ASEAN 諸国の中でもまだ低い水準になっている。こうした背景をうけて、「ミ」国政府による 2011 年～2015 年までの 5 カ年計画で、GDP の年間成長率を 7.7%まで引き上げ、一人あたりの GDP を 1.7 倍に引き上げることを目標にしている。しかし、今後「ミ」国の経済成長の課題としては電力、通信、輸送といった社会インフラの整備、外資誘致のための法整備、農業の近代化や国内の雇用創出等多くの課題が残されている。

②本プロジェクトの背景、経緯及び概要

ミャンマー国鉄（Myanma Railways, MR）では、鉄道の延伸を重点とする方針が取られていて、29 駅の連絡駅でない小規模駅ではインド、中国、韓国などによる有償支援を受け連動装置の更新をしているが、既存設備の更新に関する優先度が低かった。

しかし、2013 年 1 月に開催されたミャンマー開発協力フォーラムにおいて、鉄道運輸省が本幹線の改良及び近代化を新たな実施優先事業と位置付けた。具体的な目的としては、ヤンゴン・マンダレー間の旅客輸送を 8 時間以内にするものである。この決定を受け、2013 年 2 月、本幹線の改良及び近代化にかかる F/S を「ミ」国側から要請され、2014 年 1 月に終了した。この F/S の状況を踏まえて「ミ」国から 2013 年 11 月に本近代化事業に対する円借款要請があり、2013 年 12 月の日・ミャンマー首脳会議にて円借款の供与が公約された。

こうした流れに伴い、幹線の改良としては、2014 年 7 月からフェーズ 1 区間（ヤンゴン～タウンゲー間の約 270km）で、基本設計及び詳細設計が実施されている。

本プロジェクトは、ヤンゴン・マンダレー幹線近代化の一部を実施する。具体的には、ヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線が平面交差している、パズンダン駅を含めた、ヤンゴン中央駅の連動装置の更新を行う。また、踏切の自動警報装置の設置や列車集中監視装置の新設を行う事により、MR の安全性を向上及び運用の利便性を向上する事をミッションとしている。

③調査結果の概要とプロジェクトの内容

本プロジェクト実施国である、「ミ」国の全体図と、サイト位置図を示す

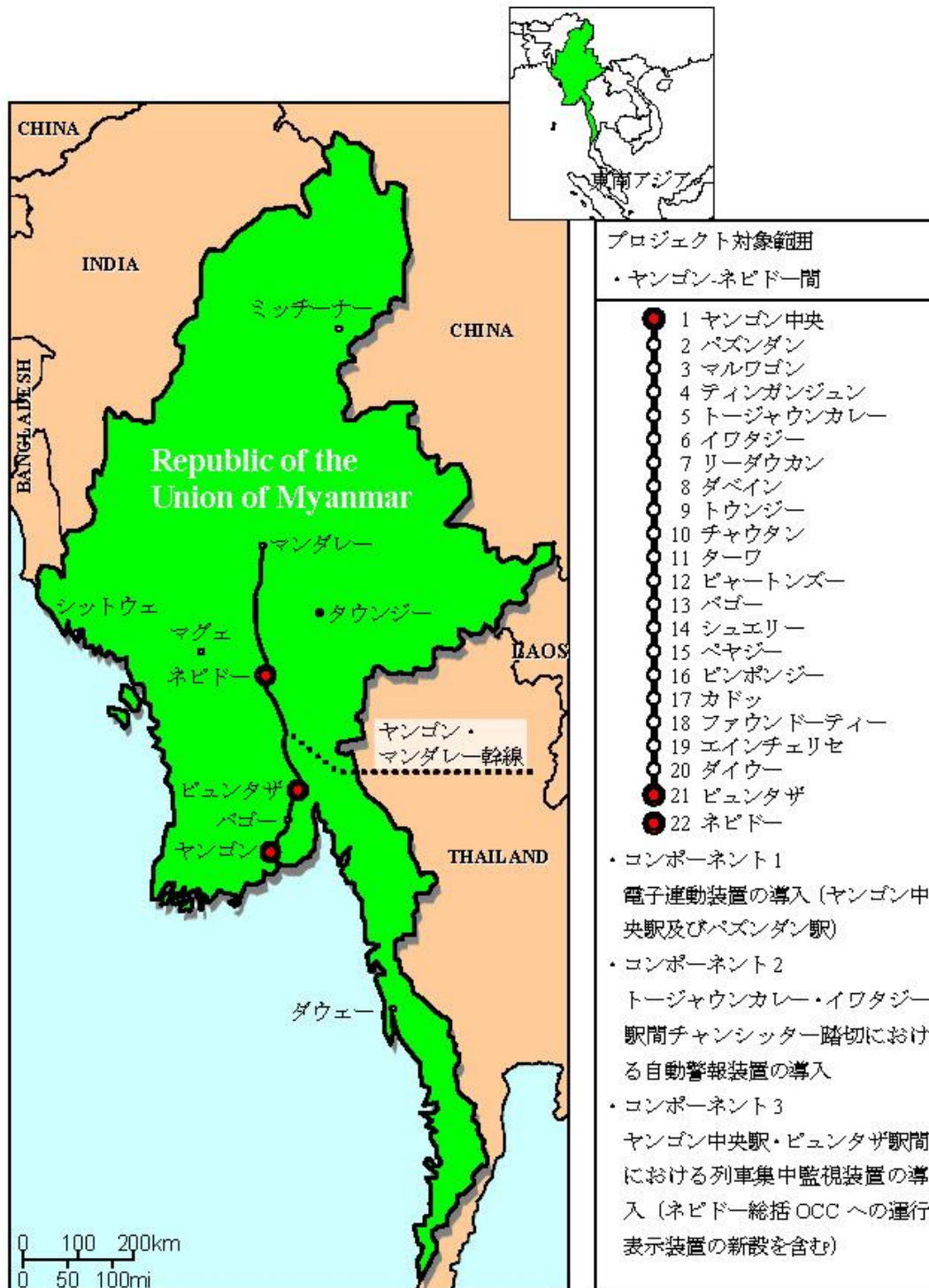


図.2 「ミ」国の全体図及びサイト位置図

本調査では、MR の安全性及び輸送サービス向上に寄与することを目標に、日本からの無償資金協力案件として将来にわたり有益となる設備投資となるよう必要かつ最適な

コンポーネントを提案した。具体的な調査範囲は、日本国政府内での検討、MR との協議及び現地調査結果を踏まえ、下記に示す3コンポーネントとした。

- (a)電子連動装置更新（ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中制御）
- (b)トージャウンカレー・イワタジ間チャンシッター踏切への自動警報装置の導入
- (c)バゴー管区 OCC における列車監視装置の新規導入（ヤンゴン・ピュンタザ間）

なお、「ミ」国側への説明・報告や現地調査へは、2013年10月～11月にかけて25日程度、2014年1月～2月にかけて15日程度、2014年2月～3月にかけて10日程度、2014年6月に5日程度と4回実施した。

次に本プロジェクトで導入される設備の設計概要について図示する。

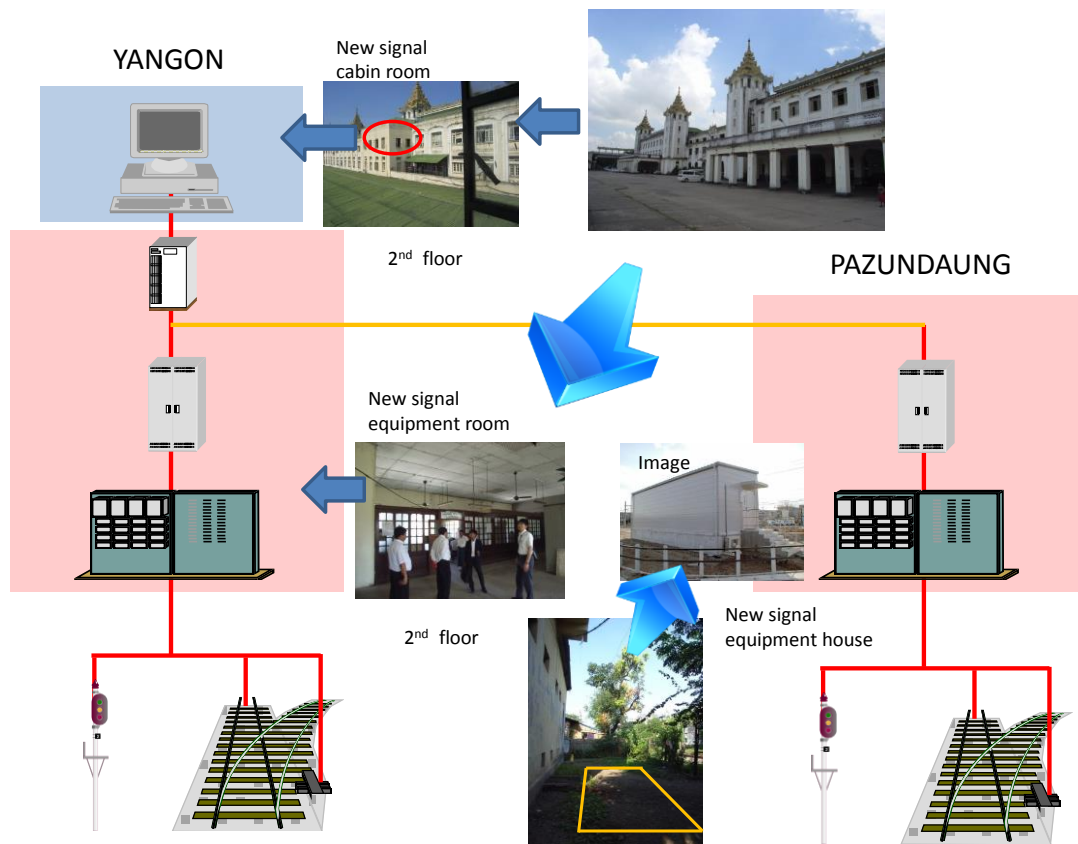


図.3 電子連動装置更新イメージ

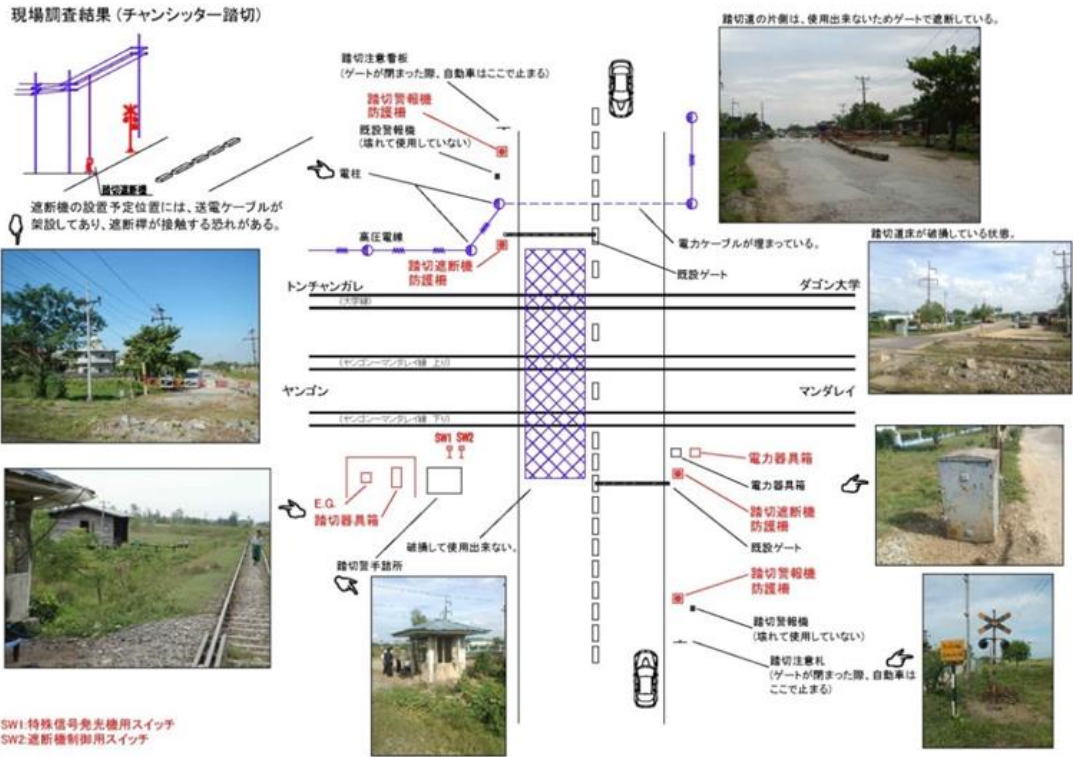


図. 4 踏切自動警報装置の全体構成イメージ

<TMS install plan of existing Relay interlocking station>

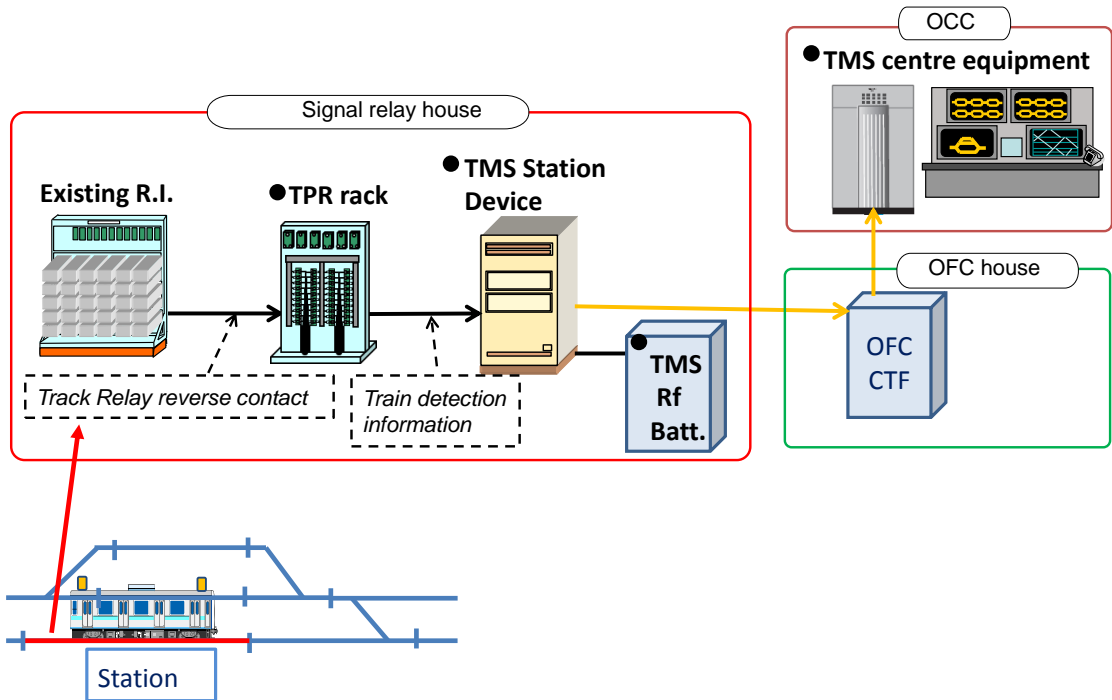


図. 5 列車集中監視装置の全体構成イメージ

る。水没により連動装置が働かない間、手旗信号と手回しハンドルにより進路切り替えを行っている。水没は、ヤンゴン中央駅の地形が窪地となっていることに起因し、抜本的な対策は困難とのことである。

② チャンシッター踏切では、道路利用者への合図は警手が手旗により行っているが、ゲート閉鎖後も、自転車や歩行者が侵入している。チャンシッター踏切に限らず、周辺の踏切でも同様の状況がみられた。

③ 在線位置の把握は、事故あるいは運行障害の発生時にのみ、無線連絡により行っている。軌道回路の設置区間も限られた区間のみで、駅到着・出発時に駅長が指令所に連絡している。

(b) プロジェクトの有効性

まずは、定量的な部分の評価としては、下表に示すとおりである。

表.1 定量的評価

指標名	基準値 (2013 年)	目標値 (2016 年) 【事業完成 3 年後】
①列車の在線状況のリアルタイムでの把握	0%	100%
②踏切遮断時間の短縮	86～96 秒	70 秒

定性的な効果としては、大きく 8 点想定しており、

- ① 将来の列車本数の増加、制限速度の緩和に対しても、運転取扱いが維持できる。
- ② 耐水対策を施すことにより故障リスクが最小化する。
- ③ 機械装置の電子化および冗長構成のシステムによる故障発生時の動作継続を保証する。
- ④ 自己診断機能による故障の発見・復旧の時間短縮により、運行障害の発生リスクが最小化する。
- ⑤ ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中連動装置導入により、平面交差箇所における進路設定の効率性が向上する。
- ⑥ 視認性に優れる警報装置の設置により、道路利用者ならびに列車乗務員を含む乗客の安全性が向上する。
- ⑦ 踏切遮断機を電気回路により制御するため、踏切警手の労力が緩和される。
- ⑧ 将来の制限速度が緩和した場合でも、円滑かつ安全な踏切の通行が保証される。

という以上の 8 点である。

前述した、プロジェクトの妥当性と有効性にプラスして、日本の対ミャンマー経済協力方針（2012 年 4 月）において、「持続的経済成長のために必要なインフラや制度の整備等の支援」を重点分野の一つとしている点、2012 年 12 月より実施の本邦支援「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」においても、ヤンゴン環状鉄道の近代化を優先事業の一つとしている点からも、本プロジェクトはこれらの協力方針と合致する。

本プロジェクトの完成により、先方政府が期待している MR の鉄道輸送効率の改善への寄与、ひいてはミ国の社会経済への裨益が見込まれており、我が国の対ミ国援助方針にも合致していることが、関係機関との協議で確認されている。

現地写真・完成予想図

(1) 現地写真



写真－１： ヤンゴン中央駅の本屋。駅の連動装置は英ウェスティンハウス製で、使用開始は1950年である。進路数は174ある。



写真－２： 駅本屋構内側にある現在の信号扱所が入っている建物。最上階が信号扱所で、その下が信号機器室である。



写真－３： ヤンゴン中央駅の信号扱所。写真中のレバーにより進路構成を行う。



写真－４： 信号扱所内の表示盤。駅構内の連動範囲の列車在線位置を把握できる。パズンダン駅隣駅外。



写真－５： 信号扱所下の信号機器室。リレー及びその配線を含め、1950年の使用開始当時の設備が中心に構成されている。



写真－６： ヤンゴン中央駅構内の東側の駅設備。線路内は一般人が自由に立ち入っており、生活の場となっている箇所もある。



写真-7： 英式の電気転てつ機。これも1950年から使用しており、修理しながら使われ続けている。



写真-8： 転てつ木属装置。予備品がなく1950年から修理しながら使用されている。状態は良くない。



写真-9： ヤンゴン中央駅付近の幹線とヤンゴン環状線は色灯信号式である。信号機構の現示はLED化されている。



写真-10： 構内の信号器具箱内部の様子。列車検知のための軌道リレーが収まる。線路冠水の影響を受け、状態は良くない。



写真-11： 駅構内東南部は近隣のアパートなどからの生活排水が流れ込んでおり、写真のように入換信号機が水に浸かってしまっている箇所がある。



写真-12： 同じく駅構内東南部の信号器具箱の様子。生活排水の流れ込みやゴミが散乱しており、設置環境が非常に悪い。



写真-13： 現信号扱所から新信号扱所予定箇所を臨む。駅本屋3階に位置する。



写真-14： 予定箇所内部。ここに新信号扱所、新指令所(OCC) 新信号機器室を設ける。



写真-15： ヤンゴン中央駅から1.6km離れたパズンダン駅構内。幹線とヤンゴン環状線の線路平面交差する。



写真-16： パズンダン駅信号扱所の制御盤。独シーメンス製で使用開始は1970年である。進路数は18である。



写真-17： パズンダン駅信号扱所の外観。上が信号扱所で、その下が信号機器室となる。



写真-18： 信号機器室内部の様子。ヤンゴン中央駅との違いは駅間軌道リレーの一部が設けられている。



写真-19： 独式の電気転つ機。1970年から使用している。バズンダン駅では線路冠水はないとのことである。



写真-20： 転つ木属装置。直接継ぎ式で、日本の一般的な仕様と違った形でトングレールに接続されている。



写真-21： 独式の信号機構で、進路表示器と一体となっている。信号現示はLED化されている。



写真-22： ヤンゴン中央駅とは違い、線路付近の道沿いの接続箱のみが設置されている。これは水平形の接続箱



写真-23： 垂直形の接続箱。信号ケーブルは直埋設されているため、端部だけが地面から出ている。



写真-24： バズンダン駅における新信号機器室予定地。現在の信号所がある建物の隣の空き地で約50㎡の平屋の建物を設置する計画である。



写真-25： ヤンゴン駅の既設の配電線路は奥に見える YESB 配電室から電力が供給されている。



写真-26： ヤンゴン駅本屋の東端 1 階に現行の信号用予備発電機が設置されている。



写真-27： ヤンゴン駅構内の線路の北側にパズンダン駅まで低圧電力ケーブルを埋設する。



写真-28： ヤンゴン中央駅信号扱所の駅長机にある通話設備。複数の電話装置、無線設備が備えられている。全て新扱所へ移設する為のケーブル布設が必要



写真-29： ヤンゴン中央駅通信機器室の通信接続架。ここから新扱所まで、電話装置等のケーブルを敷設する。



写真-30： ヤンゴン中央駅現行信号扱所から、新しく設ける信号扱所・信号機器室を見たところ。ケーブルは写真の現行と同じルートを使用する。



写真-31： チャンシッター踏切は2車線路であるが踏切道床が崩れており、現在片側を封鎖している。



写真-32： 今回踏切の自動警報化を行うにあたり、JICAによる技術協力プロジェクトにて道床の整備が行われる予定。



写真-33： 非常に交通量が多く、付近に学校があることから、通学路としても利用されている。



写真-34： 警笛を受け、踏切警手が遮断合図を送っているが、その間にも人の往来が頻繁に行われている。



写真-35： 当該区間では、信号機等は使用されておらず、列車の進来は警笛により踏切警手に知らせている。



写真-36： 遮断機の設置予定付近に、送電線があり、遮断棒と接触する恐れがある。



写真-37： 踏切制御装置及びディーゼル発電機の設置予定箇所。土留の施工が必要である。



写真-38： チャンシッター踏切には 600V の地中電線が通過しており、受電接続箱に端子がある。



写真-39： 各駅で設けるTMS 駅装置を設置する継電動機器室。現行の機器からも一部静電取得する。(ファウンダーティー駅)



写真-40： TMS 駅装置を設置する駅で行われている電子連動装置 (SSI) 設置工事。この機器室のスペースにTMS 駅装置を設置する。(リーダウカン駅)



写真-41： ピュンタサ駅では現通計機器室にスペースがない為、駅建物内の空き部屋を信号機器室として整備してTMS 駅装置を設置する。



写真-42： 現行のバゴ管区OCCの指令卓。列車位置の把握は電話のみによって行われるので時間を要し、かつタイムラグが生じて正確な把握出来ない。



写真-43： ネピドー駅にある総括 OCC 指令卓も電話連絡のみによる情報収集で、列車位置の把握に時間を要する。



写真-44： TMS 中央装置と各駅装置を接続する既設光ケーブルの接続架。中央装置、各駅装置ともこの架を介してネットワークを構築する必要がある。



写真-45： 光ケーブル接続架の局内終端架。この終端架に TMS 各装置からの接続ケーブルを布設する必要がある。



写真-46： エインチェリセ駅に接続架がない為、既設光ケーブルを地中より割り出して接続する工事が必要である。接続工事予定箇所付近の通話機器室



写真-47： 列車集中監視装置の駅装置の予備電源としてディーゼル発電機を設置する。(ピンポンジー駅)

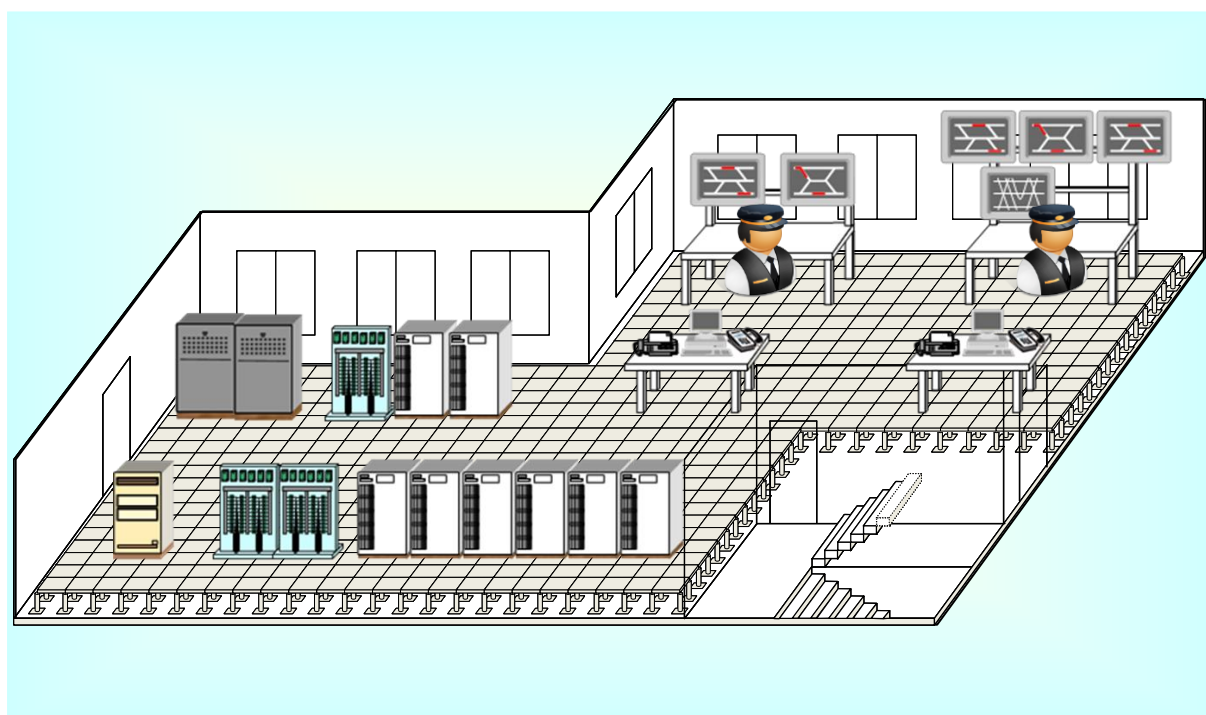


写真-48： 市中電力が無い駅には太陽光発電が設置されている。(ターワ駅)

(2) 完成予想図



トージャウンカレー・イワタジー間チャンシッター踏切完成予想図



電子連動装置及び列車集中監視装置完成予想図（ヤンゴン中央駅内）

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ミャンマー国鉄（Myanma Railways, MR）の総延長は5,876kmに及ぶが、鉄道の延伸を重点とする方針がとられ既存設備の更新に対する優先度が低かった。そのため、適切な維持管理がなされず設備の老朽化が進んでおり、列車走行速度の低下、遅延、脱線事故等が生じており輸送サービスの低下が問題となっている。そのような状況の中、2000年以降MRは、インド、中国、韓国などの有償支援によりヤンゴン・マンダレー幹線の29駅で連動装置の更新もしくは更新工事を実施している。しかし、これらの支援は小規模駅を対象としており、乗入れがあるような中・大規模駅では、未だ人手を多く必要とする旧式の連動装置が設置されている。

連動装置の更新が行われていない主要駅の中で、ヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線の双方が乗入れるヤンゴン中央駅においては、1950年より英ウェスティンハウス製の電気連動装置を使用しており、リレーはもとより基幹となる信号ケーブルも使用開始当時のものを使用している。さらに、ヤンゴン中央駅では雨期に線路冠水がしばしば発生しており、電気転てつ機や信号器具箱などはその度に水没し、信号装置の安定稼働に大きな障害となっている。また、ヤンゴン中央駅の隣駅であるパズンダン駅では、ヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線の平面交差が存在し、輸送上のボトルネックとなっている。

踏切については、警報装置が設置されていない踏切が大半であり、未だ人力でゲートの開閉を行っている。また現在、駅構内の踏切及び自動閉そく導入区間を除き警報設備が導入されてなく、これらの踏切では、列車の警笛により、踏切警手によるゲート遮断（手動）が行われ、踏切通行者の安全は踏切警手の手旗信号によって確保されている状態である。

ヤンゴン・マンダレー幹線で4ヶ所ある輸送指令所（Operation Control Center, OCC）では、各駅とOCC間を通信する無線装置が設置されているだけであり、線区全体を監視する装置は無い。そのため、運行実績の記録が指令員の実質的な業務となっており、本来のOCCが実施すべき線区全体の運行状況を一元管理し、駅や列車乗務員に適切な指示を行うことが出来ていない。

1-1-2 開発計画

ミャンマー連邦共和国（以下、「ミ」国）では複数の鉄道関連の開発計画がある。

ヤンゴン・マンダレー幹線（総延長約620km）においては、2013年1月に開催されたミャンマー開発協力フォーラムにおいて、鉄道運輸省が本幹線の改良及び近代化を新たな事業実施優先事業と位置付けた。（独）国際協力機構（Japan International Cooperation Agency, JICA）によるマスタープラン調査を踏まえ、2013年2月、同幹線の改良及び近代化にかかる実施可能性調査（F/S）が「ミ」国側より要請され、同要請に基づき、JICAはF/Sを実施し、2014年1月に終了した。左記の状況を踏まえ、ミャンマー側から2013年11月に本近代化事業に対する円借款要請があり、JICAは同要請を受け事業の審査を行った結果、2013年12月の日ミャンマー首脳会談にて円借款の供与が公約された。2014年7月よりヤンゴン・マンダレー間鉄道整備事業のフェーズ1区間（ヤンゴン・タウングー間約270km）における基本設計ならびに詳細設計が実施される。近代化事業において

は、ヤンゴン・マンダレー間の旅客輸送を 8 時間以内とすることを目的に、連動装置の更新、踏切の自動警報装置設置などの信号通信設備の更新が予定されている。本無償協力事業は、本近代化計画の一部区間を実施する位置付けである。

さらに、1 日 200 本以上運行され、ピーク時の運行はヤンゴン中央駅付近で約 15 分間隔であるヤンゴン環状線（総延長約 47km）においても同様の近代化事業の計画がある。マスタープランを踏まえ、2014 年 4 月より F/S が実施されている。本 F/S においても連動装置の更新ならびに踏切の自動警報装置設置を前提に調査が実施される予定である。

1-1-3 社会経済状況

現在、「ミ」国では長年に続いて来た軍事政権から民主化に向けた動きが活発になっており、2011 年の 3 月に誕生した新政権は国民和解に向けた取り組みに加え管理変動相場制導入や貿易自由化等の諸改革を打ち出すことにより、急激な経済成長を遂げている。今後、「ミ」国での経済環境は大幅な改善が予想されているが、外国投資法の改正、新たな経済分野の開放、中央銀行の改革、銀行改革などが課題となっている。IMF の推計によれば、「ミ」国の名目 GDP は 530 億米ドル、経済成長率は 2012/2013 会計年度で 6.5%とされており、2014 年には経済成長率が 6.8%まで成長すると予測されている。しかし、一人あたりの GDP は 884 ドルであり、ASEAN 諸国の中でもまだ低い水準になっている。

「ミ」国の GDP の産業構成比（2012 年度）は、サービス業 41.3%、農業 38.8%、工業 20%となっている。「ミ」国への主な輸入相手国としては中国、日本、タイ、シンガポール、インドネシア等があり、主な輸出相手国は中国、タイ、インド、シンガポール、香港等である。「ミ」国政府による 2011 年～2015 年までの 5 カ年計画では、GDP の年間成長率を 7.7%まで引き上げ、一人あたりの GDP を 1.7 倍に引き上げることを目標にしている。しかし、今後における「ミ」国の経済成長を実現するために、電力、通信、輸送等といった社会インフラの整備、外資誘致のための法制面の整備、農業の近代化や国内における雇用創出等といった多岐にわたる課題が残されている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

1-1-1 で述べた現状と課題を踏まえ、無償資金協力事業として実施する内容を検討した。

連動装置については、ヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線の双方が乗入れるヤンゴン中央駅ならびに両線が平面交差する隣駅のパズンダン駅では輸送上のボトルネックとなっており、より安全性・信頼性の高い設備と平面交差解消の一刻も早い解消のため、両駅を集中制御する電子連動装置を導入する。

踏切については、現在自動車を含めた踏切通行者への列車接近合図は踏切ゲート開閉のみとなっており、列車通過直前の踏切横断が常態化している。将来の近代化ならびに高速化に対応するために、列車が踏切に到達する一定時間前に踏切通行者へ警報を行う自動警報装置を設置する。設置場所については、駅構内の踏切ならびに自動閉そく導入区間の踏切以外を対象とし、現在実施中の「鉄道安全性・サービス向上プロジェクト（技術協力プロジェクト）」の踏切道改修の技術指導を合わせて行うことを念頭に MR と協議の上選定する。

運行管理については、将来の CTC 化（Centralized Train Control）などの近代化にあたり、列車在

線位置を OCC で集約し各駅が行っていた列車の運行管理を OCC に一元化することで、効率的な運行管理を行い、運転本数が多い区間から優先的に列車集中監視装置 (Train Monitoring System, TMS) を導入する。TMS 導入区間にあたっては、OCC の指令範囲を考慮し実施する。

1-3 我が国の援助動向

表. 1-1 にヤンゴン・マンダレー間幹線に関連する我が国の技術協力及び有償資金協力の実績を示す。

表. 1-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績

協力内容	実施年度	案件名／その他	概要
技術協力プロジェクト	2013～2015	鉄道安全性・サービス向上プロジェクト	必要な資機材の供与、保線作業訓練、等を通して、線路の維持管理能力を向上
協力準備調査	2012～2013	全国運輸交通プログラム形成準備調査	全交通モードにかかる運輸交通開発ビジョンを示し、運輸交通開発戦略及び段階的实施計画を策定
開発調査	1985～1986	幹線鉄道整備計画	主要幹線について 2005 年までの長期近代化計画を策定
	2007	ヤンゴン・マンダレー間幹線鉄道整備計画	ヤンゴン・マンダレー間幹線の改良計画見直し
有償資金協力	1985～1993	鉄道近代化計画(1)(2)、車両改修事業 供与限度額：191 億円	車両新規調達・補修及び鉄道車両生産技術能力の向上

出典：調査団作成

上記の他、2014 年 7 月より、ヤンゴン・マンダレー間幹線近代化事業の中で、ヤンゴン・タウンゲー間 (約 270km) を対象とした基本設計及び詳細設計 (入札図書作成を含む) を実施予定である。

1-4 他ドナーの援助動向

表. 1-2 にヤンゴン・マンダレー間幹線の信号通信分野に関する他ドナー国の援助実績を示す。

表. 1-2 他のドナー国の援助実績（ヤンゴン～マンダレー間幹線、信号通信）

実施年度	国名	案件名	援助形態	金額 (千米ドル)
1997～1998 年度	韓国	継電連動装置（トージャウンカレー 駅）	有償	2,000
2000～2004 年度	中国	継電連動装置（バゴ～タウンゲー 間 22 駅）	有償	5,000
2008～2014 年度	インド	光ファイバーケーブル敷設（ヤンゴ ン～マンダレー間）	有償	7,074
		双信閉そく装置設置（ヤンゴン～イ ワタジー間及びイワタジータウ ンゲー間）		
		電子連動装置（リーダウカン、ダベ イン、トウンジー、チャウンタン、 ターフ、ピャートンズーの 6 駅）		

出典：調査団作成

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

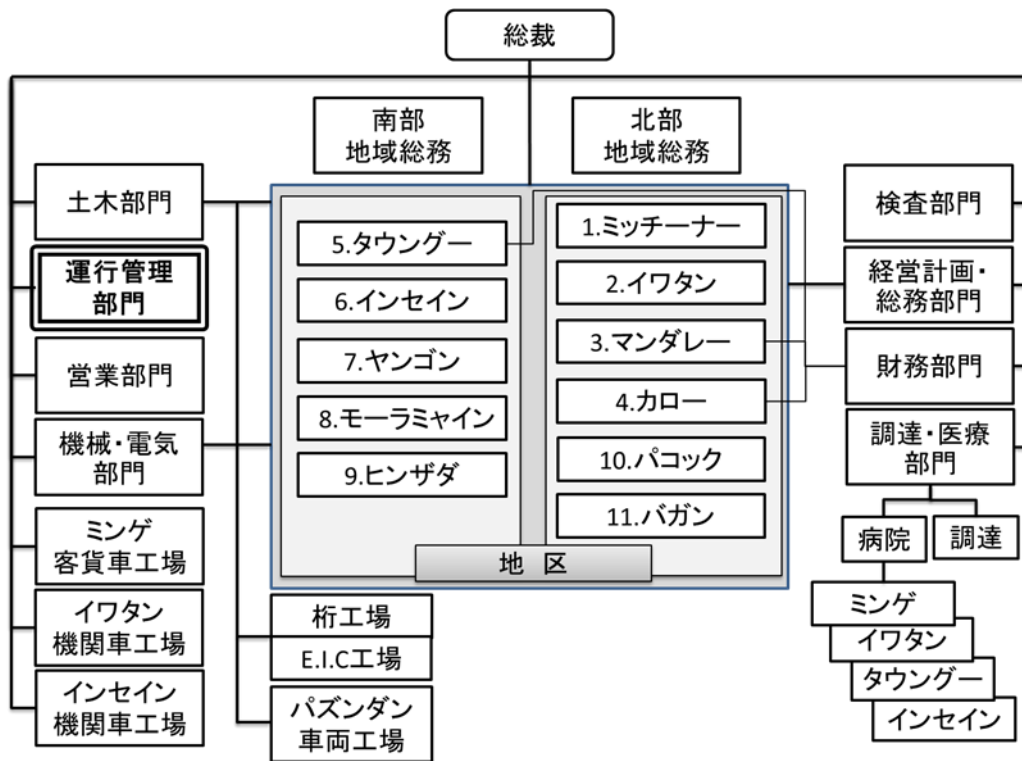
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

「ミ」国側の実施機関となるMRの組織は6つの主要部門（土木、運行管理、営業、機械電気、経営計画・総務、財務）と、その他の支援部門（検査、調達・医療）からなる。また、鉄道の運営は、11の地区（Division）に分かれており、北部地域の6地区及び南部地域の5地区から構成される（図.2-1）。

なお、今回導入する設備については、主に信号通信部門を含む運行管理部門によって運営・維持される。（受電設備など一部の電源設備については、機械・電気部門が担当する。）

今回導入する機器と類似した電子連動装置を既に保有しているほか、踏切自動警報装置と同様のリレー回路から成る機器も保有しているため、必要な維持管理技術を有している。また、組織、要員については、MRの信号通信設備を運営維持管理する職員が約600名おり、実務上機能している。



出典：MR 資料より調査団作成

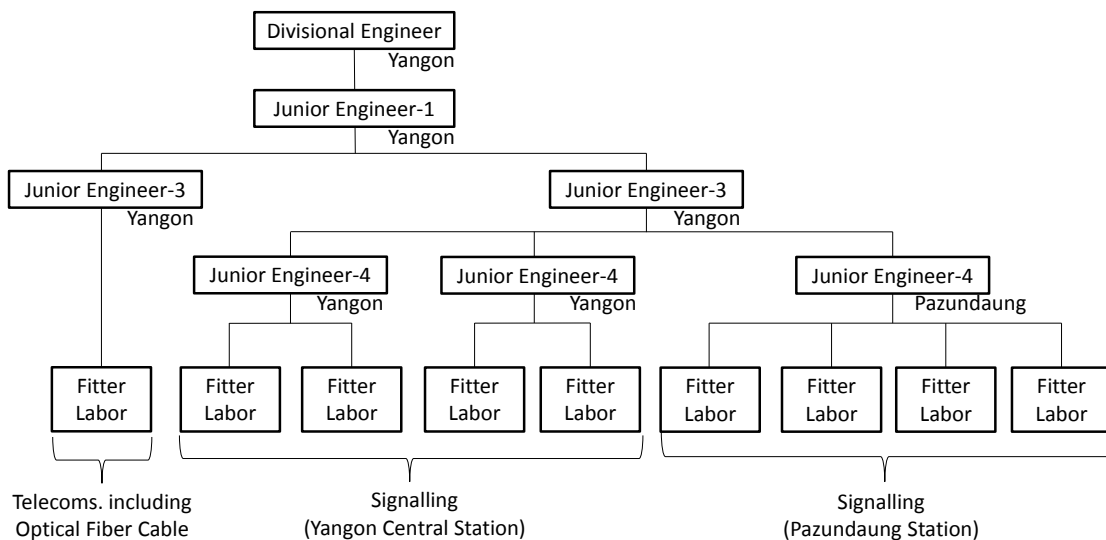
図.2-1 MR 組織図（実施・運営機関）

ヤンゴン・マンダレー幹線における本プロジェクトの関連管区（Division）は第7管区（ヤンゴン中央～ダベイン）、第6管区（トウンジー～タウンテーコー）、第5管区（タウンゲー～シャニワ）である。

現在のヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の信号通信設備に対する保守体制を図.2-2 に示す。連動装置や電気転てつ機、軌道回路装置など重要な設備に対する保守体制は各駅3交代制の24時間対応可

能な体制を取っており、障害や不足の事態が発生した際は Junior Engineer-3 以下を中心として速やかな現場対応を行う。また、光ケーブルの保守に対しては通信チームによる専門的な保守体制となっている。

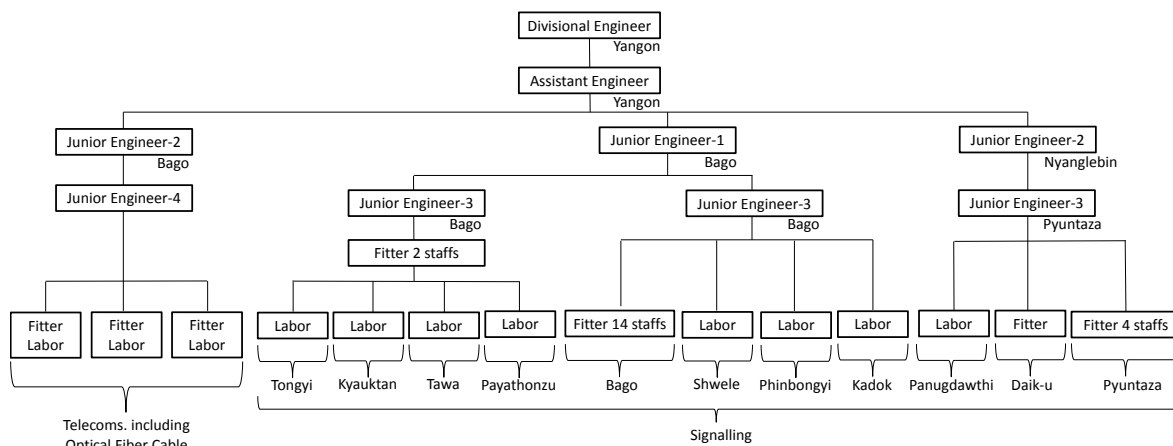
なお、第7管区の残りの駅についても、各駅で専用の保守体制となっており、特に近郊区間であるマルワゴン・イワタジー間の各駅の信号関係は24時間対応可能な体制となっている。



出典：調査団作成

図.2-2 ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の保守体制

第6管区のトウンジー～ピュンタザ間の保守体制を図.2-3に示す。ヤンゴン近郊区間にあたる第7管区の体制と異なり、運転本数ならびに設備の設置状況に応じた拠点駅を中心とした要員配置となっている。第5管区も似たような保守体制となっている。



出典：調査団作成

図.2-3 第6管区のトウンジー駅～ピュンタザ駅の保守体制

2-1-2 財政・予算

MRの過去3年間の収支状況を表.2-1に示す。2011年に実施した運賃の3倍への値上げにより、

収支状況は改善された。しかしながら、高速道路の開通、バスのサービス向上、値上げによる利用者離れ等の要因により、なお黒字化には及ばない状況となっている。

近年、運営費は対前年比約 10%程度の伸びを示しているが、信号通信部門の維持費については、ほとんど増額されていない状況である。そのため、必要な予備品が確保できず、老朽化した現行設備を技術者が修理することで機能維持を図っている状態である。

表.2-1 ミャンマー鉄道の収支状況の推移 (単位: 百万チャット)

項目		2010 年度	2011 年度	2012 年度
収入	旅客	20639.34	29,460.28	36,205.13
	貨物	8,288.01	16,734.96	19,623.33
	その他	4,237.27	4,803.63	5,826.15
	収入計	33,164.62	50,998.87	61,654.61
支出	運営費	66,346.52	71,535.05	78,058.67
	(うち信号通信関係維持費) *1	680	680	700
	利子	61.66	12.61	4,217.61
	為替差損	(25.22)	(1.75)	-
	費用計	66,382.96	71,545.91	82,276.28
損益		(33,218.34)	(20,547.04)	(20,621.67)
営業収入対 営業費用比率	利子除く	199.98%	140.26%	126.60%
	利子含む	200.16%	140.29%	133.45%

注) 予算年度は 4 月から翌年 3 月

(参考: 百万チャット=10 万 3 千円)

*1 人件費含む。約 70%を人件費が占める。

出典: "Facts about Myanmar Railways Up to June 2013"等により調査団作成

本プロジェクトで導入される設備に対する運営維持費については、主に運営費の信号通信関係維持費に該当する。現在、MRに有する維持予算が少なく、現行設備の予備品が確保できていない現状からも、維持費を増額することが必要である。ただし、維持管理費の年平均換算値は約165百万チャットと推定しており、MRの全体運営費の0.2%相当程度であるため、負担は十分可能であると考えられるが、この点について、MRとの協議で、新規に機材が導入された後の維持管理に係る予算の確保がなされることが確認された。

2-1-3 技術水準

MRの信号通信部門の職員は、大卒と大卒以外で技術力をつけるための育成プログラムが異なる。大卒職員は、入社後さまざまな管区で Junior Engineer を行うなどさまざまな経験を積み、管理業務に就く。キャリアを積んでいく中で、海外プロジェクトや海外メーカーに派遣するなどして総合的な技術力を高めていく。

大卒の幹部候補以外は、Junior Engineer を中心としてメイティーラにある中央訓練所 (Central

Institute Training Center, CITC) で設備の保守等の訓練を行う。また、信号設備の簡易工場がヤンゴンにあり、IC ボードの故障対応など自身で修理することが出来ない場合を除き、外部委託を行わず MR 職員が自ら修理を行っている。VHF や UHF の通信機器はネピドーで修理を行っている。工事についても、一部の継電連動装置の新設工事や改修工事の設計・施工を MR 職員が直轄で実施している。

以上より、MR 職員は一定の技術水準を有しているものと考えられる。しかし、MR の維持管理の方法において、ヤンゴン中央駅など運転上重要な駅については電気転てつ機や軌道回路を中心に定期的な点検が行われているが、多くの信号通信設備の維持管理は、恒常的なスペアパーツ不足のため機器の故障後に検査・修理を行う事後保全を取っている。そのため、基本的に機器の劣化兆候を把握できていないのが現状である。

本プロジェクトより新たな設備が導入される際は、設備を適切に維持するためにも、事後保全でなく予防保全を行う必要がある。本プロジェクトでは、ソフトコンポーネントによる活動により、MR 自身によって設備が適切に維持される管理体制を確立し、設備故障の早期発見、早期の処置を行い、設備の信頼性の向上と長寿命化を図る。

2-1-4 既存施設・機材

ヤンゴン中央駅の連動装置は、1950 年より英ウェスティンハウス製の電気連動装置を使用しており、174 進路を司る。リレーはもとより基幹となる信号ケーブルも使用開始当時のものを使用しており、明らかに老朽化している。パズンダン駅も、独シーメンス製の継電連動装置が 1970 年に導入されて以来、更新されず老朽化が進んでいる。2 駅間は駅中間閉そく装置が存在せず隣接しているにもかかわらず、導入メーカーが異なるため信号機や電気転てつ機、連動装置の配線構成が全く異なっている。

踏切については、警報装置が設置されていない踏切が大半であり、未だ人力でゲートの開閉を行っているのが現状である。また現在、チャンシッター踏切をはじめ、トージャウンカレー・イワタジー間の踏切には、駅構内を除き保安設備が導入されておらず、列車からの警笛と踏切警手によるゲート遮断（手動）と手旗信号により踏切通行者の安全確保を行っている状態である。



OCC では、各駅と OCC 間を通信する無線装置が設置されているだけであり、線区全体を監視する装置は無い。そのため、運行実績の記録が指令員の実質的な業務となっており、線区全体の運行状況を一元管理し適切な指示を出す本来の OCC が担うべきことが行われていない。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

本プロジェクトサイトにおいて、プロジェクトの実施に影響を与えると思われる社会基盤の整備状況について表. 2-2 に示す。

表.2-2 関連インフラの整備状況

NO	項目	整備状況/影響	
1	電気	<p>「ミ」国全体の電力供給の72%を水力発電所が担っているため、2月から6月にかけての乾季には水不足により水力発電所の出力が低下する。ヤンゴン都市圏では火力発電所がベースロードとして運用されて、全体の31%を負担しているが稼働率が低い。そのために慢性的な電力不足となっており乾季には輪番停電による強制的な電力カットが行われている。</p> <p>鉄道施設への電力の供給は限定的で、運転保安設備などの重要設備が1回線受電となっており、バックアップ用の発電機の設置も一部にとどまっている。また、受電の無い駅もある。</p> <p>このように電源事情が不安定であるため、発電設備の整備、受電設備の整備等の電源計画の検討が必要である。</p>	
2	ガス	(当プロジェクトにおいては対象外)	
3	水道	(当プロジェクトにおいては対象外)	
4	電話	一般用電話は当プロジェクトにおいては対象外であるが、列車運行に関わる連絡回線等（専用線）の確保は検討が必要である。	
5	道路	<p>「ミ」国において、2008年現在で91,240kmの道路が整備されている。しかしながら自動車の登録台数がこの10年で12倍の伸びを示しており、道路の整備が追い付いていない状況にある。</p> <p>当プロジェクトにおいても資機材輸送に必要な道路（幹線道路～駅間）が確保できない箇所があるため、代替案（鉄道を利用した計画等）の検討が必要である。</p>	 <p>駅までのアプローチ道路（例）</p>
6	その他 (河川等)	<p>河川（用水路含む）の未整備により、雨季の時期には都市部での極地的な洪水（冠水）が発生している。</p> <p>当プロジェクトサイト内においても該当する箇所があり、資機材の設置に対する配慮が必要となる。</p>	 <p>ヤンゴン駅構内の冠水</p>

出典：Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction 2012, 調査団作成

2-2-2 自然条件

当プロジェクトサイトにおいて設計、及び実施に影響を与えると考えられる自然条件（気象条件等）について示す。

各対象項目の調査は「ミ」国政府発行書籍（Statistical Yearbook, Myanmar Action Plan on Disaster Risk Reduction）によるほか、影響項目の整理については関係者（MR等）へのヒヤリングによって実施した。

1) 「ミ」国気候分布図/年間降水量

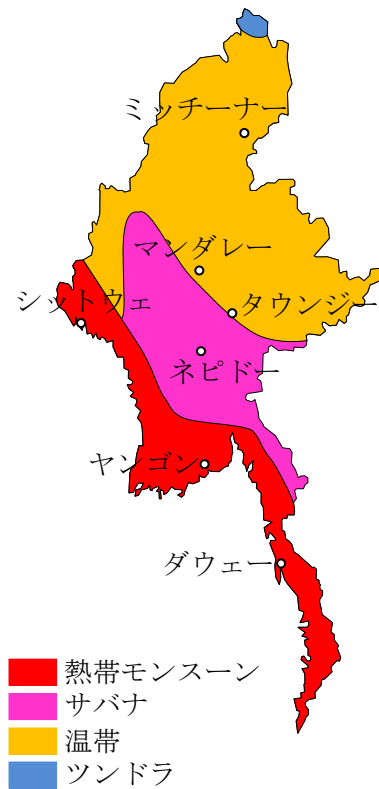
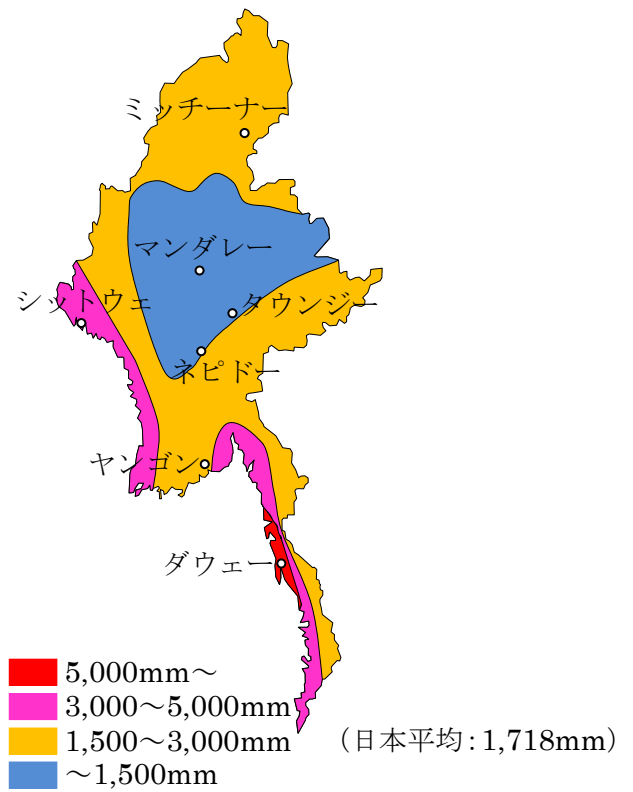


図. 2-4 気候分布図



出典 : Department of Meteorology and Hydrology (Myanmar)

図. 2-5 年間降水量

2) 気温/降雨量/湿度

表. 2-3 ヤンゴン気象データ (Kaba-aye 観測所)

項目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
		乾期		暑期			雨期					乾期	
気温	最高気温 (°C)	33.5	35.6	36.9	37.6	32.9	30.8	30.2	30.1	30.8	32.7	33.9	32.9
	最低気温 (°C)	16.6	18.1	20.6	23.2	22.9	22.3	22.1	22.2	22.2	22.2	20.1	16.9
	平均気温 (°C)	25.0	26.8	28.7	30.4	27.9	26.6	26.2	26.1	26.5	27.4	27.0	24.9
降雨量 (mm)		0.6	1.6	16.7	76.9	447.5	562.9	573.3	527.8	460.6	200.0	38.0	11.8
湿度 (%)		79	70	73	74	87	90	92	94	93	85	78	80

出典 : Department of Meteorology and Hydrology (Myanmar)

3) 地震

「ミ」国の北西域、中央低地域、シャン州高原域（いずれも今回の事業対象区域外）で大地震が発生しやすく、最も活発な活断層である中央低地域においては 20 世紀に 18 回の大地震が観測された。

4) 雷

書籍等よりデータが得られなかったため、MR へのヒヤリングを実施し、ヤンゴン周辺において今年以下の 3 件の雷害が発生したことを確認した。

- i) 発生場所：ヤンゴン駅構内
故障機器：WCR リレー1台
発生日：2013/5/6
- ii) 発生場所：ミンガラドン駅構内
故障機器：660V 主変圧器 1 台、軌道トランス 3 台
発生日：2013/6/25
- iii) 発生場所：ダニンゴン駅構内
故障機器：660V 主変圧器 1 台、軌道トランス 5 台
発生日：2013/8/27

5) 洪水

「ミ」国の雨季にあたる 5 月から 10 月までは日常的に洪水が発生し、下流域のデルタ地帯においては河が氾濫し、山間部においては鉄砲水や地滑りが起こる。都市域内においても局地的な洪水（冠水）が時々発生する。

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境影響評価

i) 事業計画の社会環境配慮に対するスコーピング

JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、汚染対策・自然環境・社会環境に係る影響を A~D の各段階に分類し、スコーピングを実施した。

表. 2-4 環境社会配慮におけるスコーピング結果

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
汚染対策	1	大気汚染	B-	B-	<p><工事中> 機材運搬車両往来に伴い一時的な大気質への負の影響が想定される</p> <p><供用後> 非常用発電機の使用時に排出ガスの増加により、大気質への負の影響の可能性はある。</p>
	2	水質汚濁	B-	D	<p><工事中> 掘削工事（機器室基礎工事、ケーブル埋設工事）において残土が雨により一時的に周辺への流出が想定される。</p>
	3	廃棄物	B-	D	<p><工事中> 掘削工事（機器室基礎工事、ケーブル埋設工事）における建設残土や撤去する列車制御機器の建設廃棄物の必要性が想定される。</p>
	4	土壌汚染	D	D	土壌汚染を引き起こすような作業は想定されない。
	5	騒音/振動	B-	B-	<p><工事中> 建設機材・車両の稼働等による騒音が想定される。</p> <p><供用後> 非常用発電機の使用による騒音が周辺に影響する可能性がある。</p>
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業（大量の地下水の利用）等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業及び施設等の建設は想定されない。
	8	底質	D	D	底質の汚染に影響する作業は想定されない。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない
	10	生態系	D	D	現行の鉄道敷地内における作業のため生態系への影響は想定されない。
	11	水象	D	D	水象に影響する作業及び施設等の建設は想定されない。
	12	地形/地質	D	D	地形や地質の顕著な変化を引き起こすような作業は想定されない。
社会環境	13	住民移転/ 用地取得	D	D	現行の鉄道敷地内における作業のため住民移転等は発生しない。
	14	貧困層	D	B+	〈供用後〉 鉄道インフラの整備による経済活動の活発化により正の影響が見込まれる。
	15	少数民族/ 先住民族	D	D	事業区域周辺に少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等の経済地域	B+	D	〈工事中〉 鉄道施設建設作業による新たな雇用の創出が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	D	現行の鉄道敷地内における作業のため影響は想定されない。
	18	水利用	D	D	本事業は大量の水を利用するものでないため、水利用への影響は想定されない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	D	既存の社会インフラや社会サービスには殆ど影響は無いと想定される。
	20	社会関係資本や地域の意志決定機関等社会組織	D	D	本事業による社会関係資本や地域の意志決定機関等への影響はほとんどないと想定される。
	21	被害と便益の偏在	D	D	本事業により整備される鉄道インフラは住民平等に提供されるため被害と便益の偏在は無いと想定される。
	22	地域内の利害対立	D	D	鉄道インフラの整備により地域内の利害対立を引き起こす要因は想定されない。

分類	No	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用後	
	23	文化遺産	D	D	事業予定地には文化遺産は無いことから影響は想定されない。
	24	景観	D	D	事業予定周辺には特に配慮すべき景観は存在しないため影響は無いと想定される。
	25	ジェンダー	D	D	本事業によるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利	D	D	本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	<工事中> 一時的な工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が想定される。
	28	労働環境 (労働安全を含む)	B-	D	<工事中> 建設作業員の安全労働衛生に配慮をする必要がある。
その他	29	事故	B-	D	<工事中> 工事中の事故に対する配慮は必要である。
	30	気候変動	D	D	気候変動に著しく影響を及ぼすような活動は想定されない。

出典：調査団作成

評価：

A-：大きな負の評価が想定される

A+：大きな正の評価が想定される

B-：ある程度の負の評価が想定される

B+：ある程度の正の評価が想定される

C：影響が不明であり、今後の調査が必要

D：影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

ii) 環境社会配慮の TOR

スコーピングで特定された A、B、C の影響評価項目に対して、環境社会配慮の TOR として調査項目及び調査手法について下表に示す。

表. 2-5 環境社会配慮調査の TOR

影響項目	調査項目	調査手法
大気汚染	①工事中の影響	関係機関へのヒヤリング
	②供用後の影響	
水質汚濁	①供用後の影響	関係機関へのヒヤリング

影響項目	調査項目	調査手法
廃棄物	①工事中の影響	①関係機関へのヒヤリング ②関係法令の確認
騒音/振動	①工事中の影響 ②供用後の影響	関係機関へのヒヤリング
HIV/AIDS 等の感染症	①工事中の影響	関係機関へのヒヤリング
労働環境 (労働安全を含む)	①工事中の影響	①関係機関へのヒヤリング ②他プロジェクトへのヒヤリング
事故	①工事中の影響	関係機関へのヒヤリング

出典：調査団作成

iii) 環境社会配慮調査結果

スコーピングで特定された A、B、C の影響項目に対し、環境社会配慮調査結果を以下に記載する。

表. 2-6 環境社会配慮調査結果

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
大気汚染	B-	B-	D	D	<p><工事中> 主体運搬物である電子機器の運搬はさほど多くないため、大気質への影響は小さいと考えられる。</p> <p><供用後> 非常用発電機の運転は停電時のみのため、大気質への影響は小さいと考えられる。</p>
水質汚濁	B-	D	D	D	<p><工事中> 工事現場の掘削土は埋戻しを実施するため水質汚濁への影響は小さいと考えられる。</p>
廃棄物	B-	D	B-	D	<p><工事中> 廃棄物処理に関する規制等は、事業対象地区には現状無い。しかし、工事により発生する廃棄物の適切な処理が必要である。</p>
騒音/振動	B-	B-	D	D	<p><工事中> 主体運搬物である電子機器の運搬はさほど多くないため、騒音/振動への影響は小さいと考えられる。</p> <p><供用後> 非常用発電機の運転は停電時のみのため、騒音への影響は小さいと考えられる。</p>

影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
	工事前 工事中	供用後	工事前 工事中	供用後	
HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	D	D	<工事中> 工事に従事する作業員数が少ないため感染症への影響は小さいと考えられる。
労働環境 (労働安全を含む)	B-	D	D	D	<工事中> 建物内(機器室)作業が多く、屋外における作業は短期間、かつ線路近傍の比較的整地されている場所であるため、労働環境は比較的整っていると考えられる。
事故	B-	D	B-	D	<工事中> 屋内作業においては重量物を扱うこと、及び屋外における作業は線路近傍であることにより事故への特段の配慮が必要と考えられる。

出典：調査団作成

iv) 緩和策

影響評価の結果、A、B、C と評価された影響項目に対する緩和策を以下に記載する。

表. 2-7 環境社会配慮緩和策

項目	事業段階	緩和策	実施機関
廃棄物	工事中	電気撤去工作物の適切な処理、建設廃棄物の埋戻し等再利用の促進。	工事業者
事故	工事中	作業員への教育・啓発活動 (列車接近時の適正な退避方法等)	工事業者

出典：調査団作成

(2) 用地取得・住民移転

当プロジェクトにおける実施作業(工事)は全て鉄道敷地(用地)内にて実施されるため、用地の取得、及び住民の移転は発生しない。

第3章 プロジェクトの内容

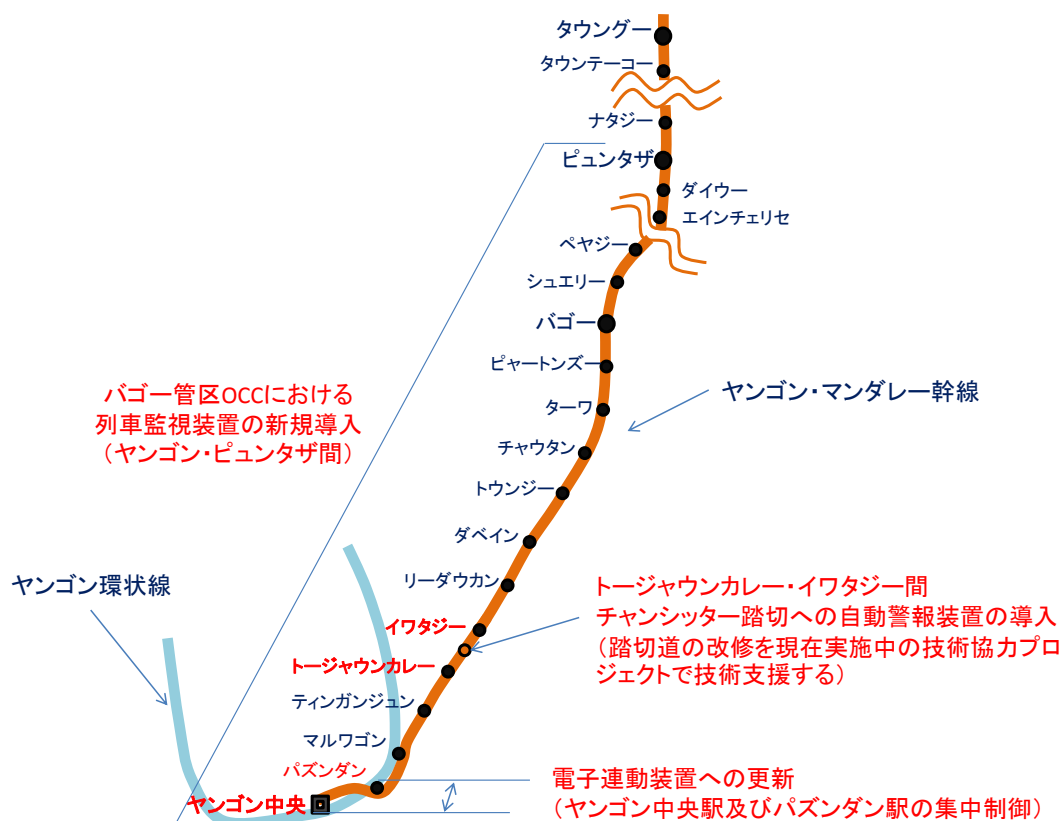
3-1 プロジェクトの概要

2013年1月に開催されたミャンマー開発協力フォーラムにおいて、鉄道運輸省はヤンゴン・マンダレー間幹線（総延長約620km）の改良及び近代化を新たな事業実施優先事業と位置付けた。本近代化事業においては、ヤンゴン・マンダレー間の旅客輸送を8時間以内とすることを目的に、信号通信設備の更新が予定されている。ミャンマー側から2013年11月に本近代化事業に対する円借款要請があり、JICAは同要請を受け事業の審査を行った結果、2013年12月の日ミャンマー首脳会談にて円借款の供与が公約された。2014年7月よりヤンゴン・マンダレー間鉄道整備事業のフェーズ1区間（ヤンゴン・タウンゲー間約270km）における基本設計ならびに詳細設計が実施される。本無償協力事業については、本近代化計画の一部区間を実施する位置付けである。

本無償資金協力事業では、MRの安全性及び輸送サービス向上に寄与することを目標に、ヤンゴン・マンダレー間幹線の近代化事業に先立ち、日本からの無償資金協力案件として将来にわたり有益となる設備投資を行う。また、「MRの安全性及び輸送サービス向上に寄与する」ことをプロジェクトの目標とし、「MRの輸送力安定及び安全性向上に資する機材が整備される」という成果（一部機材については、2015年秋ごろまでに稼働することを想定）を達成することをめざし、下記3つのコンポーネントの建設／調達を行う（図.3-1）。

- i) 集中電子連動装置の導入（ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中制御）
- ii) トージャウンカレー・イワタジー駅間チャンシッター踏切への自動警報装置の導入
- iii) ヤンゴン中央駅・ピュンタザ駅間（バゴー管区）における列車集中監視装置の新規導入
（ネピドー総括OCCへの運行表示装置の新設を含む）

合わせて、必要な相手国側負担事業の内容、実施計画、運営・維持管理等の留意事項などを提案する。また、これらの円滑な運営・維持管理に資するソフトコンポーネントを計画する。



出典：調査団作成

図. 3-1 本無償資金協力事業における3つのコンポーネント

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本無償資金協力は、MRの安全性及び輸送サービス向上を目的とする「ミ」国側のヤンゴン・マンダレー間鉄道幹線近代化事業の実施にあたり、優先的に実施すべきコンポーネントを選定した。各コンポーネントを設計するにあたっての基本方針を表.3-1に示す。

表. 3-1 設計の基本方針

コンポーネント	設計の基本方針
i) ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中電子連動装置の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・ヤンゴン中央駅3階に新たな信号扱所と信号機器室を設置する。(新たなバゴ管区OCCと共用) ・パズンダン駅構内の信号機及び電気転てつ機を制御するため、パズンダン駅構内にサブ信号機器室を設置する。 ・信号機、電気転てつ機、列車検知装置を更新する。 ・電気転てつ機の更新に伴い、分岐器の部分交換(トングレール)及び電気転てつ機設置に関する枕木交換を合わせて実施する。

コンポーネント	設計の基本方針
ii) トー ज्याウンカレー・イワタ ジー間チャンシッター踏切に おける自動警報装置導入 (1 か所)	<ul style="list-style-type: none"> ・電気踏切遮断機を設置する。(但し、遮断機の操作は踏切警手による。) ・踏切警報機の鳴動制御及び遮断桿降下を運転士に知らせるため、踏切制御装置 (列車検知装置を含む) 及びゲートシグナルを導入する。 ・踏切制御装置は、軌道状態に影響を受ける可能性が高いため、バックアップ装置を設ける。
iii) バゴ-管区 OCC への列車 集中監視装置の新規導入 (ヤ ンゴン・ピュンタザ間)	<ul style="list-style-type: none"> ・バゴ-管区 OCC をヤンゴン中央駅 3 階に新たに設置する。(新たな信号扱所と共用) ・バゴ-管区 OCC に列車位置状況を把握出来る運行表示盤のほか、当日ダイヤの表示及び列車番号の変更を操作出来る装置を設置する。 ・列車位置情報を取得するため、各駅に列車検知装置を設置する。情報伝送には既設の光ケーブルを活用する。 ・MR 本社 (ネピドー) にある総括 OCC にバゴ-管区 OCC の表示内容を反映するモニターを設置する。

出典：調査団作成

なお、これらの設備に対し円滑な運営・維持管理を行う目的で、「導入設備に対する設備検査ルール等の策定支援」、「踏切通行者に対するマナー啓発活動」及び「駅の信号設定訓練ならびに運行管理要員の指導」をソフトコンポーネントとして行う。

設計基準については、設計を実施する際に遵守すべき MR の内部規定等は存在しないため、日本国の「鉄道に関する技術上の基準を定める省令 (2002 年 3 月施行)」によるほか、「ミ」国の電気法、労働法、環境保全法及び電気通信法を準拠する。

(2) 自然環境条件及び環境社会配慮に対する方針

自然環境条件及び社会経済条件に対する方針として提案される内容を表. 3-2 に示す。

表. 3-2 自然環境条件及び社会経済条件に対する方針

NO	項目	提案内容
1	気温	<p>i) 気温による屋外作業実施に対する提案 屋外作業実施時の労働環境に対する「ミ」国の法律は存在しないが、高温下における長時間連続労働を避ける、こまめな水分補給を実施する等の配慮は必要である。</p> <p>ii) 気温による資機材 (電子機器) に対する提案 「ミ」国において電子機器に対する規格等は存在しないが、安定的な動作を確保するために適切な温度環境を構築する必要がある。</p>

NO	項目	提案内容
2	降雨量（洪水）	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨量による資機材に対する提案 「ミ」国、及び MR において資機材の設置に関する法律・規程等は存在しないが、冠水による資機材の汚損や破損を防止する措置を講じる必要がある。
3	地震	<ul style="list-style-type: none"> ・地震による資機材に対する提案 「ミ」国、及び MR において資機材の設置に関する法律・規程等は存在しないが、重量物の転倒を防止する措置を講じる必要がある。
4	雷（雷害）	<ul style="list-style-type: none"> ・雷害による電子機器に対する提案 「ミ」国において電子機器に対する規格等は存在しないが、保安器等による雷サージ保護対策を実施する必要がある。
5	社会経済	<ul style="list-style-type: none"> ・経済状況に対する提案 当プロジェクトの事業完成後は MR においてメンテナンスを実施する。このため、特に電子機器については信頼性が高く、故障しにくい装置を導入する。

出典：調査団作成

（3）現地の建設事情／調達事情に対する方針

各種システムのための基礎、支柱、屋外器具箱、機器室の設置や、ケーブルの敷設を含む機材の据付については、現地業者で実績を有する企業が存在するが、システムの所定の性能を発揮するためには請負業者の責任により現地据付業者を監理し、機材の開梱・搬入、組立、設置等を実施することが望ましい。また、各種システムに対するソフトウェアの導入や、各機材、システム間の調整・試運転、初期操作指導については専門及び特殊性が高いことから、実績を持ち本システムに習熟している日本人技術者によって行うこととする。

また、前述の基礎、支柱、器具箱などに用いるコンクリート、鋼材については一般に「ミ」国内市場で調達されていることが確認できており、必要量自体も限定的であることからその調達に問題は無いものと考えられる。特殊な鋼材、機材、ケーブル等については「ミ」国内では生産されておらず、本邦もしくは第三国から輸入した市場流通品から調達する。すでに、多くの採用事例があるため、その品質などに問題は無いものと考えられる。

（4）運営・維持管理に対する対応方針

現在 MR における信号保安設備の維持管理は、機器の故障後に検査・修理を行う事後保全による。そのため、故障前の定期的な検査はほとんど行われておらず、機器の劣化兆候を把握できていない。また、MR では、予算不足により交換部品の数量が非常に少なく、故障が発生した場合の交換部品の手配において非常に厳しい状況が見られる。無償資金協力事業では、相手国実施機関による交換部品の確保が原則であるが、雷や大雨等の自然災害による偶発故障を考慮し、最低限必要な交換部品として1年間設備を維持することを前提とした交換部品を準備する。

本プロジェクトで整備される機材の維持管理費（年平均換算）は約 165 百万チャットと推定される。この金額は MR の信号通信関連維持費（人件費除く）の約 79%に相当する。有する維持

予算が少なく、現行設備の予備品が確保できていない現状からも、維持費を増額することが必要である。しかし、維持管理費の年平均換算値は、MR の全体運営費の 0.2%程度のため、負担は十分可能であると考えられるが、この点につき、MR との協議で、新規に機材が導入された後の維持管理に係る予算の確保がなされることを確認した。

運営維持管理要員については、ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅については、3 交代制で 24 時間対応可能な体制を取っている。また、光ケーブルを保守する専門のチームも存在する。MR の信号通信部門の幹部にヒアリングしたところ、現在の体制で保守は可能とのことであり、本プロジェクトでの運営維持管理要員の追加要請は行わないこととする。

なお、MR では新たな種類の機器が導入される際、メンテナンス要員は、上位職の指導及び On the Job Training (OJT)によって経験を積み上げ、故障対応、修理方法等を実地習得している。

現状では、故障した機器については、MR 自身で修理の上、再使用している。このことから、現在のメンテナンス要員の技術能力はある程度有している。しかし、1.1.1 で述べたように既存設備の適切な維持管理がなされていないと、検査ルール等の維持管理スキームの改善が必要である。

調達機器の操作方法や維持管理方法は既存機器と異なるため、ソフトコンポーネントとは別に、製造会社から派遣される技術者による初期操作指導を行う。

(5) 工法／工期に対する方針

自然条件や鉄道用地内工事等を鑑み、施工に対する方針を表. 3-3 に示す。

表. 3-3 施工に関する方針

NO	項目	方針
1	温度対策	・電子機器類に対しては安定的な動作環境を構築する必要があるため、必要により空調設備等を設置し、温度管理の徹底を図る。
2	冠水対策	・冠水による資機材の汚損や破損を防止するため、地面に設置する資機材は基礎等の嵩上げを実施する。
3	雷対策	・電子機器類に対しては保安器等による雷サージ保護対策を実施し、機器の破損防止を図る。
4	防犯対策	・防犯上の理由において、基本的に各種機器類は施錠可能な部屋や器具箱に設置する。また、資機材を仮保管する場合も警備員を配置するなど盗難防止に努める。 ・ケーブルに対しては埋設や容易に触れることの出来ない架空等の敷設方法を基本とする。
5	停電対策	・「ミ」国では停電が多発するため、バッテリー及び発電機によるバックアップを行うことを基本とする。
6	線路近傍設置作業	・線路近傍における資機材の設置については列車運行を妨げない離隔を十分に確保する。

出典：調査団

(6) 調達方法に対する方針

自動踏切、中央監視装置はMR には設置されていない。電子連動装置については、MR で初となる装置がネピドーで使用開始され、ヤンゴン近郊では施工の途上にある。これら主要機材の設計・調達に

当たっては、設計、施工、運営・維持管理ともに未経験であることを考慮して、初期始動操作、運営・維持管理等についての指導を念入りに行う必要がある。

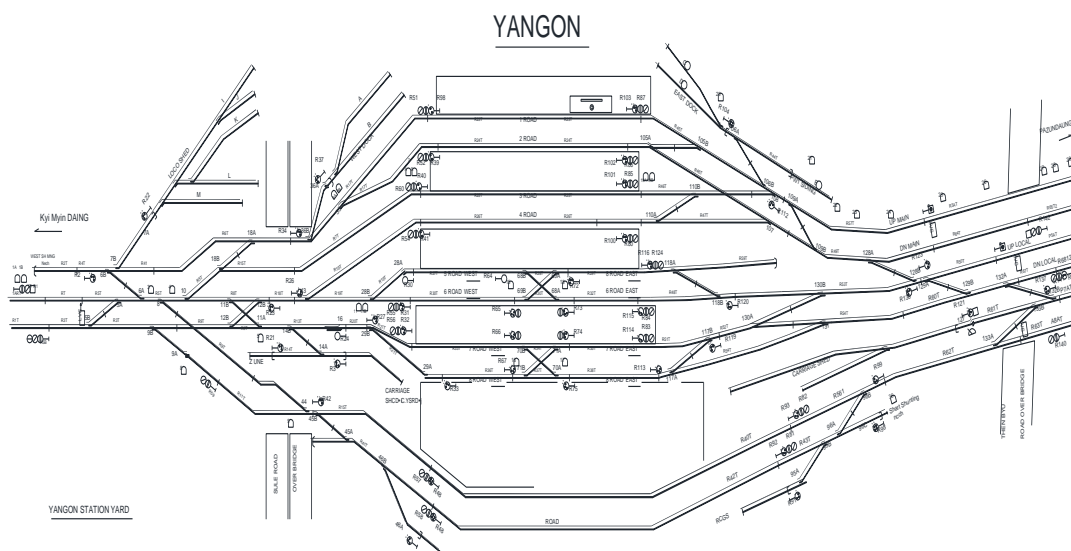
3-2-2 基本計画

(1) ヤンゴン中央駅・パズンダン駅を集中制御する電子連動装置の設置

①計画概要

ヤンゴン中央駅及びそのマンダレー方面の隣駅であるパズンダン駅区間においては、ヤンゴン環状線とヤンゴン～マンダレー間の幹線が複々線で運行され、パズンダン駅において互いに平面交差して分かれる形となっている。この区間は列車運行密度が高いが、ヤンゴン中央駅とパズンダン駅は互いに列車在線状況が見られず、電話連絡により互いの駅の列車運行の連携をとっている。特にパズンダン駅ではヤンゴン中央駅と密に連携がとれない中で、次々とヤンゴン中央駅や環状線、幹線の隣駅から進来する列車を平面交差のある中で、次々に運行させていることから、線路平面交差支障時分が多い。

こういった現状から、ミャンマー国鉄（MR）側には線路平面交差支障解消のため、ヤンゴン中央駅～パズンダン駅間の線路配線を見直したい意向を持っている。しかし、ヤンゴン中央駅連動装置は1950年の使用開始から半世紀以上経過し、またパズンダン駅も連動装置の使用開始は1970年と共に旧式であるのと、資機材確保が困難なため、駅改良に耐えうる信号設備となっていないという課題があるため、この実現は容易でない。



出典：調査団作成

図. 3-2 ヤンゴン中央駅

この課題解決のため、ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅を集中制御する電子連動装置への近代化計画が挙げられた。連動装置の近代化の他に、この2つの駅を集中制御することで、環状線と幹線の線路平面交差支障時分の短縮を図る。

(a) ヤンゴン中央駅

ヤンゴン中央駅（図 3-2、表 3-4）は進路数が 174 あり、連動装置は 1950 年より英ウェスティンハウス製の電気連動装置を使用している。現状連動装置は、リレーはもとより基幹となる信号ケーブルも使用開始当時のものを主に使用している。駅構内信号設備においても同様に使用開始当時のものが現役で使用されていて、電気転てつ機は英ウェスティンハウス製、信号機は色灯式（LED 化済み）、列車検知方式は DC 軌道回路である。軌道リレーは線路近傍の信号器具箱内に収まっており、信号機器室にある反応リレーを通して列車の位置を検知している。信号器具箱を含めた駅構内信号設備の状態は、後述の線路冠水問題もあり、あまり良くない。また ATP（Automatic Train Protection）のような自動列車保安装置は設置されていない。ATP が設置されていない代わりに、重要となる列車進路が交差する場所には、脱線分岐器が設置されている。

ヤンゴン中央駅の重要な問題点は、雨期に少なくとも数回は駅構内が冠水することである（図.3-3、図.3-4）。駅主要部分が地形的に低い位置にあるのと、ヤンゴン市自体の水インフラが脆弱なこともあり、駅西部にある川を中心に生活排水が構内に流れ込んできて、線路が冠水し、電気転てつ機や信号器具箱が水没してしまう（図.3-5、図.3-6）。水没後は主要なルート上にある電気転てつ機など僅かな予備品しかないため、駅構内信号設備は乾燥させて再利用できるものは乾燥させて修理してから使用している状態である。このため、連動装置が冠水により機能しなくなった場合は装置の復旧まで、駅係員が手回しハンドルによる進路構成と、手旗による合図で列車運行している。

想定以上の規模・回数の冠水が発生する事態に備え、将来的に駅の冠水防止対策は必要であると思われるが、本プロジェクトで導入する機器は、想定しうる規模の降雨に対応できる設計とし、また冠水に対応できるような据付とする。



出典：MR

図.3-3 線路冠水状態（駅西側）



出典：MR

図. 3-4 線路冠水状態（駅中央付近）



出典：MR

図. 3-5 冠水の原因の一つ（駅西側の川）



出典：MR

図. 3-6 駅構内への水流入の様子

(b) パズンダン駅

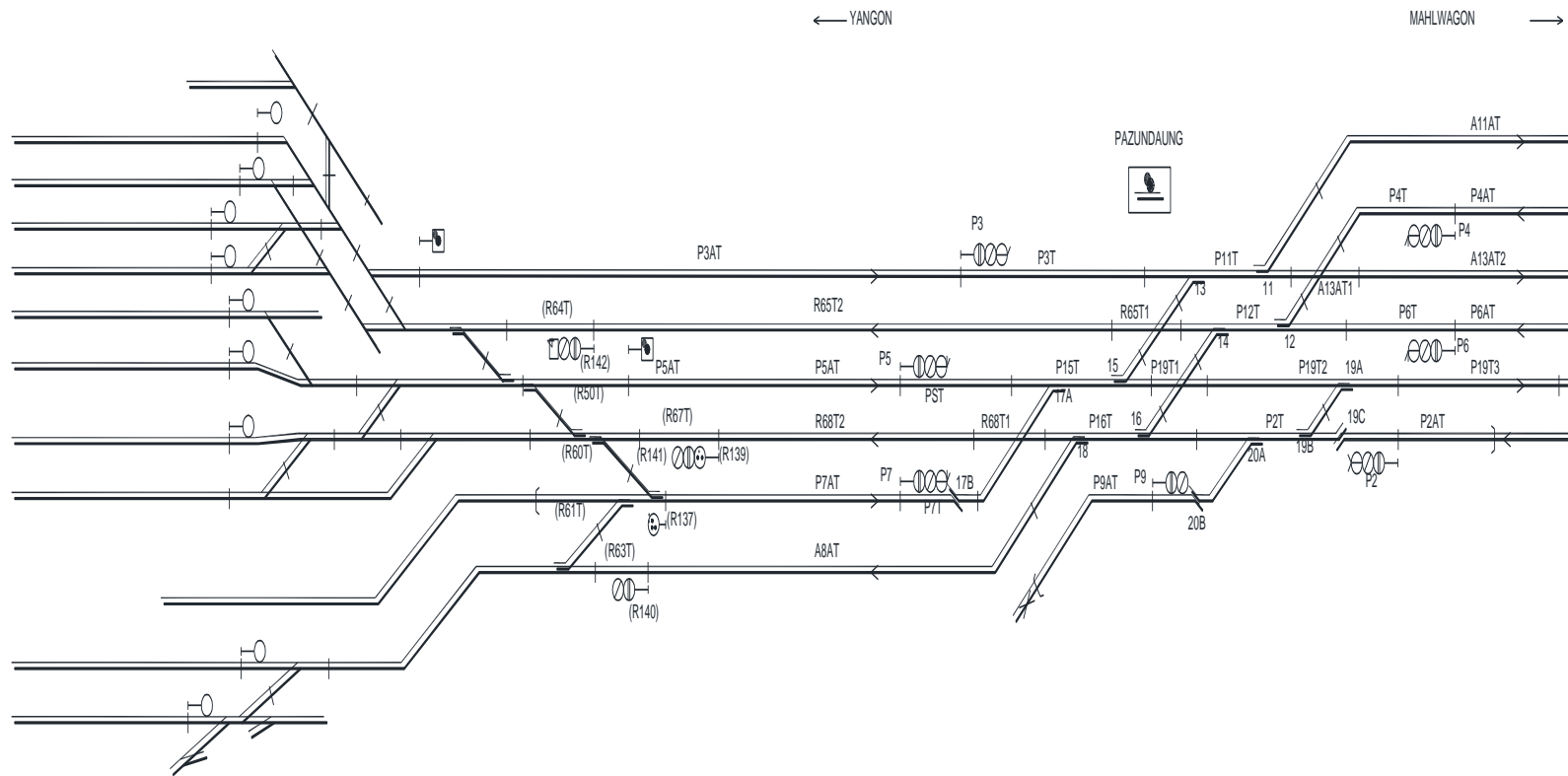
次にパズンダン駅（図.3-7、表.3-5）であるが、連動装置は1970年より独シーメンス社製の継電連動装置を使用している。進路数は18進路と小駅である。こちらも基幹となる信号ケーブルは使用開始当時のものを主に使用している。駅構内信号設備は、1970年当時の設備が同様に現役で、信号機構はシーメンス方式の進路表示器が一体となった色灯式で（LED化済み）、電気転てつ機もシーメンス社製、列車検知方式はDC軌道回路である。ATPのような自動列車保安装置は設けられていない。ヤンゴン中央駅との違いは、設計思想が機器室集中で考えられており、駅中間軌道回路のリレーも一部パズンダン信号機器室内に設けられている。また環境的な違いであるが、ヤンゴン中央駅は雨期に冠水しやすいのに対し、パズンダン駅構内の冠水はない。

(c) 連動更新について

連動更新の方針としては、ヤンゴン中央駅、パズンダン駅両駅共に既設の連動装置が古く、かつ信号ケーブル状態が良くないのと、図面なしの配線変更箇所も見受けられるため、既設の信号装置・信号ケーブルに手を入れることは極力避けることとし、既設と並列に新しい信号設備が施工できるように検討した（図3-9～図3-10）。

更新後の連動装置構成は、ヤンゴン中央駅本屋3階（現地の数えで2階）に新信号扱所と新信号機器室を新設し、電子連動装置論理部（SSI: Solid State Interlocking）と構内設備制御用の電子端末（TFM: Track Function Module）及びリレー架を設置、パズンダン駅には構内信号設備制御用に新たに50㎡のサブ信号機器室を新設してTFM及びリレー架を設置し、ヤンゴン中央駅と光ケーブルで結びSSIとのデータの授受をさせることで集中制御が可能なシステムとして検討した。両駅の進路構成はヤンゴン中央駅信号扱所の制御用端末で行い、手動で進路構成を行う。

PAZUNDAUNG



出典：調査団作成

図. 3-7 パズンダン駅

続いて駅構内信号設備については、現状のヤンゴン中央駅は英式、パズンダン駅は独式と混在しているため、日本式に統一し、信号機、電気転てつ機、列車検知装置を更新する。列車検知装置については、既設の DC 軌道回路を、日本方式の短絡感度を強化した H・DC 軌道回路方式に更新することを提案する。この方式は短絡感度が、軌道回路が 300m 以内であれば 0.5 Ω 以上が得られ、漏れコンダクタンスの変動が 0.5~0.1S/km の範囲に収まれば約 1.0Ω となる。またレール間電圧が約 12V、短絡電流が約 5A 以上となるので、レール状態のあまり良くない線区に適している。続いて電気転てつ機であるが、高温多湿の日本の本線で動作実績のある NS 形電気転てつ機をヤンゴン中央駅・パズンダン駅共に導入することで提案した。NS 形電気転てつ機の導入については、既に 2000 年に韓国施工によりトージャウンカレー駅にて稼働しており、MR としても動作実績があり、かつ保守経験もあることから最適であると判断した。またヤンゴン中央駅では冠水対策を考慮する必要があるが、NS 形電気転てつ機には、本体を扛上させて設置する関連部品があり、ヤンゴン中央駅では、200mm~300mm の扛上装置による設置を基本とすることで提案した。さらにヤンゴン中央駅では、駅構内に設置する信号器具箱に対し、冠水対策として 300mm の高さの下箱を加えての設置で提案した。この信号器具箱の扛上設置については、上げることでケーブルの扱いもやりやすくなることから、冠水のないパズンダン駅での設置でも同様の方法を提案している。

(d) 信号扱所と信号機器室について

現状の信号扱所と信号機器室は、ヤンゴン中央駅、パズンダン駅共に 1 つの建物で配置されており、ヤンゴン中央駅では駅東側のシグナルタワー内で上下に、パズンダン駅では駅のヤンゴン中央駅方に信号扱所・信号機器室一体の建物で上下に配置されている。

電子連動装置更新後の信号扱所と信号機器室であるが、既設のものには新たに機器を設置するスペースがないのと、新旧切替完了まで既設連動装置を稼働させている必要があることから、各駅とも新たに信号機器室を設けることで検討した。ヤンゴン中央駅では指令所との一体化が望まれることから、駅本屋 3 階（現地の数えで 2 階）に約 230 m² のワンフロアで新信号扱所と新信号機器室を設けることとした。

一方パズンダン駅では、線路側は雨期に冠水することがないことから、既設建物の線路側に約 50 m² で新信号機器室を設けることとした。信号扱所については、更新後はヤンゴン中央駅での扱いとなるため、パズンダン駅の信号扱所は廃止となるが、MR 側の要望で、設備の異常時を考慮しヤンゴン中央駅とは別に持たせたい意向があるので、新信号機器室内に異常時扱い用のシステム端末を設けることとした（図 3-6）。

(e) ヤンゴン中央駅周辺の再開発プロジェクトとの関連

ヤンゴン中央駅周辺には、商業施設新設など再開発プロジェクトが日本発のものを含めて多数計画されている。本電子連動装置更新計画には、新たな信号扱所と信号機器室が必要となるが、ヤンゴン中央駅には新規にそれらを建てる土地がないため、既設の建物内に新設することとなった。

当初は MR の DIVISION7 側の勧めもあり同部署の入っている建物（SINO ビルディング）への新設で検討していた。しかしながらこの建物周辺でも再開発計画があるとの情報があり、MR

南ミャンマー管理局ウー・トゥン・アン・ティン GM とこの問題について打ち合わせをしたところ、ヤンゴン中央駅本屋はその歴史的価値もあり、再開発計画下でないことと、空スペースを設けることが可能とのことでこの場所での提案をいただき、具体的には、DIVISION7 のチョウ・チョウ・ミョウ AGM との打ち合わせで駅本屋 3 階に約 230 m²の場所を確保可能ということで、そこに新たに設けることとなった (図 3-12)。



出典：調査団作成

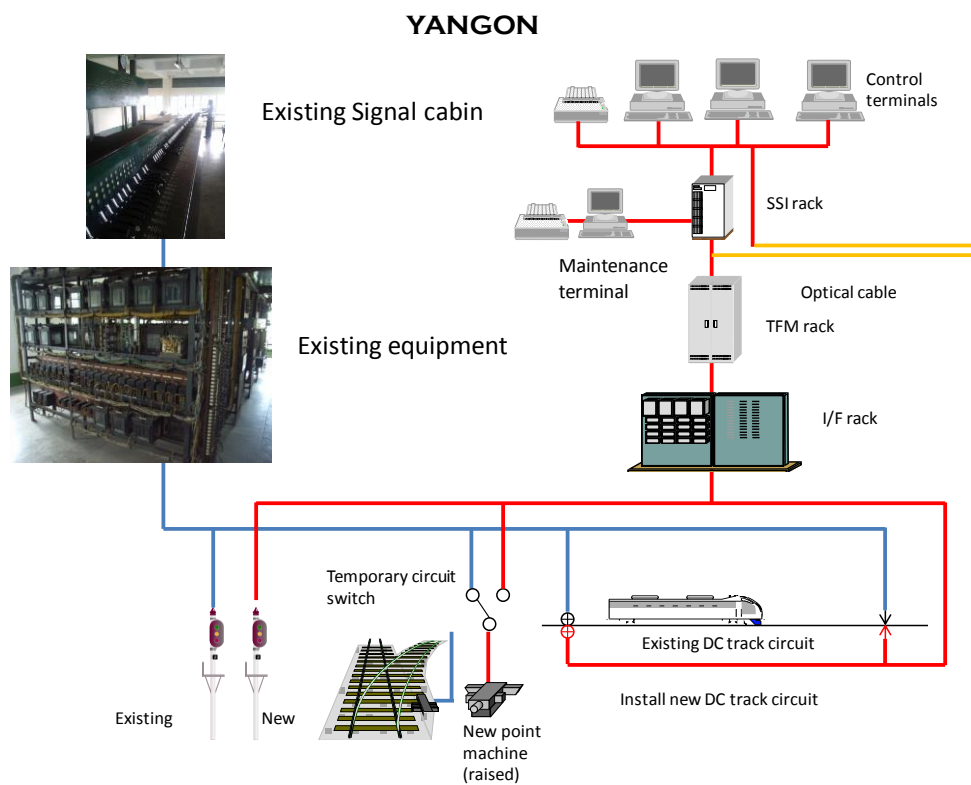
図. 3-8 ヤンゴン中央駅周辺

表. 3-4 既設駅設備一覧

	ヤンゴン駅	パズンダン駅	備考
進路数	174	18	
連動装置	電気連動装置 (英ウェスティンハウス社)	継電連動装置 (独シーメンス社)	
使用開始	1950年	1970年	
信号方式	色灯信号式	進路表示器一体の色灯信号式	
列車検知	DC 軌道回路 (単軌条式)	同左	
軌道回路数	59	29	
自動列車保安装置	なし	同左	運転士の注意力による。進路上の要注意箇所には冒進等の対策で脱線分岐器が設けられている。
レール	75-1b. A. S. C. E レール (37kg レール)	同左	ヤンゴン～マンダレー間は2011年に全て37kgレール化。

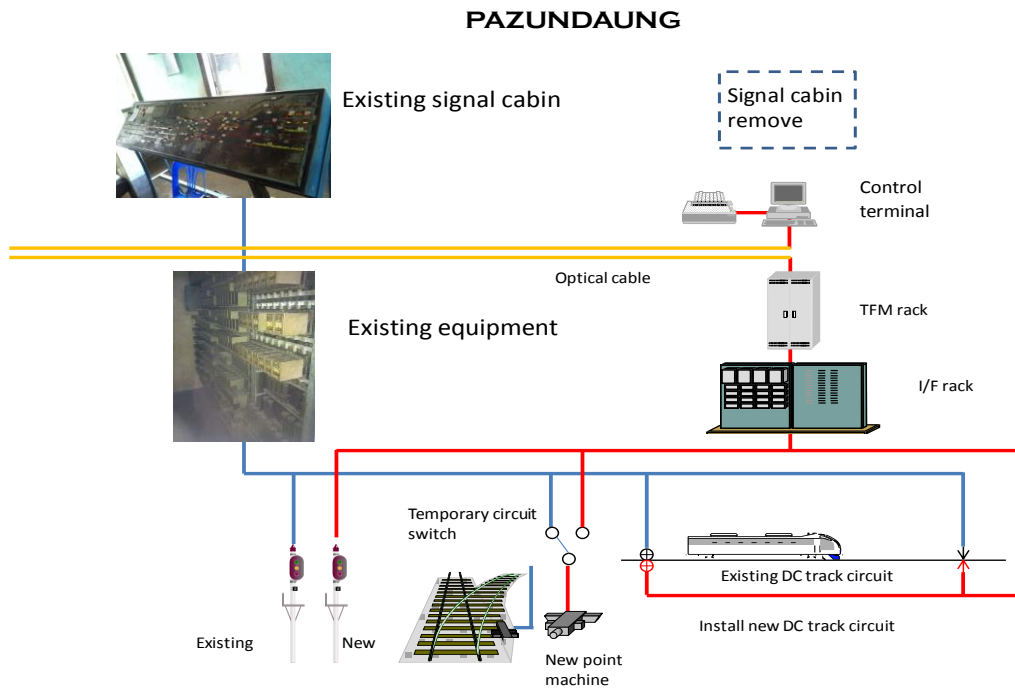
	ヤンゴン駅		パズンダン駅		備考
分岐器数	1:8 $\frac{1}{2}$	45	1:8 $\frac{1}{2}$	11	8#分岐器、12#分岐器相当
	1:12	12	1:12	なし	
脱線分岐器数	10		3		

出典：調査団作成



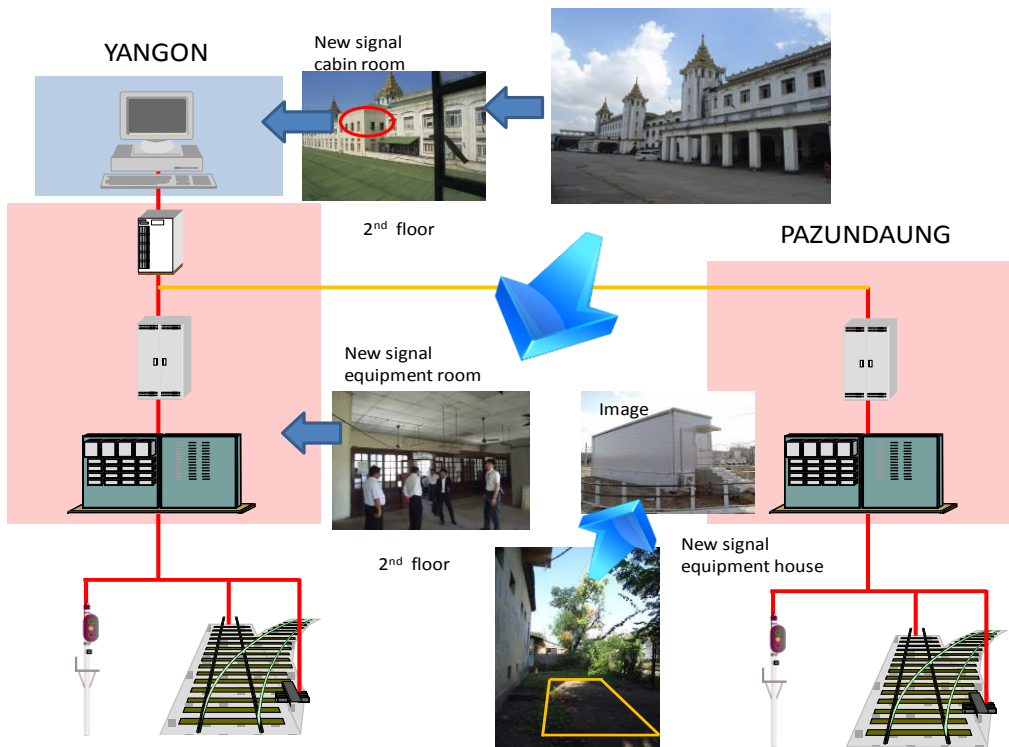
出典：調査団作成

図. 3-9 ヤンゴン中央駅での更新計画



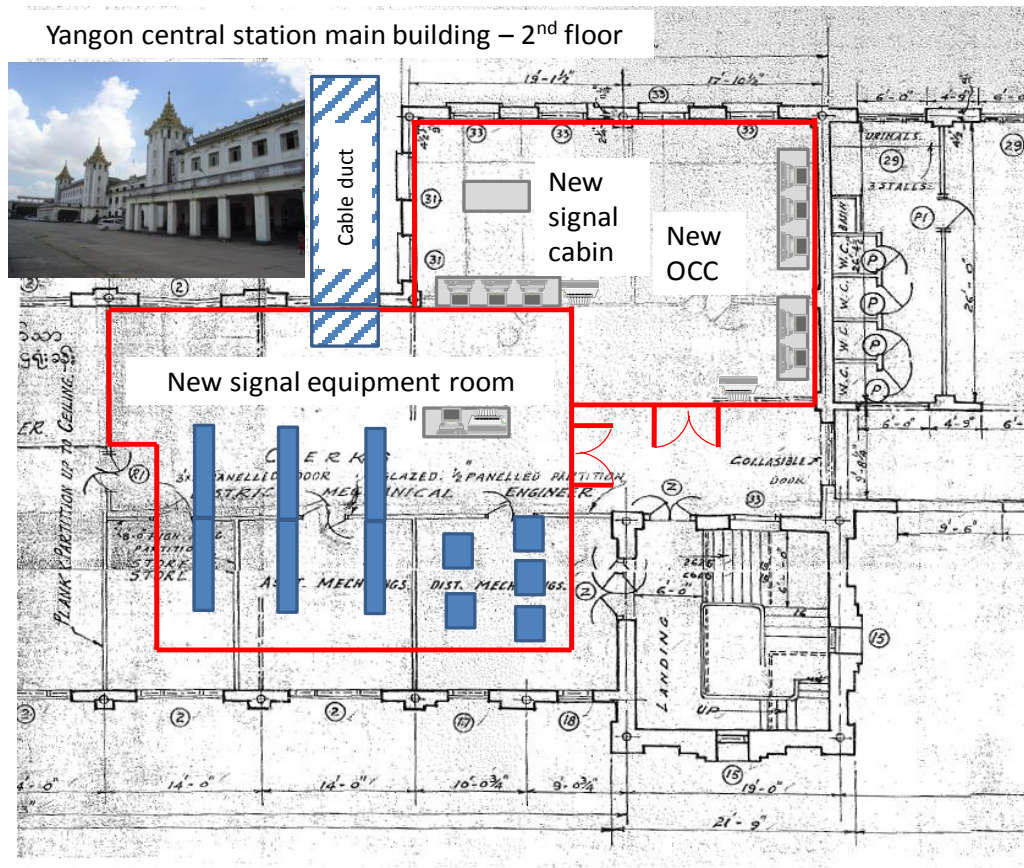
出典：調査団作成

図. 3-10 パズンダン駅での更新計画



出典：調査団作成

図. 3-11 連動更新検討の全体イメージ



出典：調査団作成

図.3-12 ヤンゴン中央駅の新信号扱所と信号機器室イメージ

(f) 電源設備

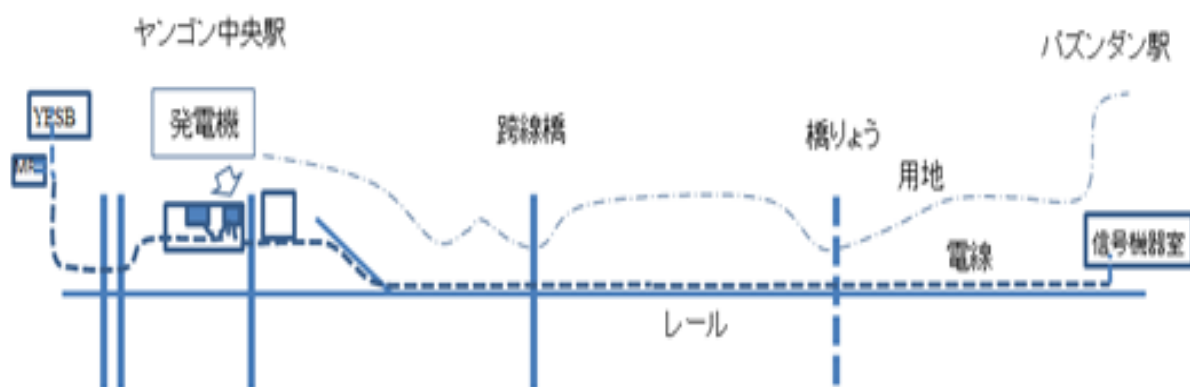
ミャンマー国鉄はヤンゴン中央駅構内の西部に隣接する YESB(ヤンゴン配電公社)の配電所にある容量 1000kVA の変圧器から構内の受電をしている。ここから本プロジェクトでは 210kW の電力を使用する。ヤンゴン中央駅、パズンダン駅における電源構成は、YESB 配電所、MR 配電所、ヤンゴン新電源室、ヤンゴン中央駅電子連動機器室、パズンダン電子連動機器室、ヤンゴン中央駅信号電源室既存昇圧変圧器からなる。YEBS 配電室から MR 配電室へケーブルにより配線を行う。MR 配電室に回路遮断器を設置し、新電源室への配線を接続する。配電方式は 3 相 400V 4 線式として、4 心ケーブルを使用する。屋外では保護カバー、保護管、コンクリートトラフによる配線とする。舗装箇所では舗装を開削し地中トラフ式とする。プラットホーム屋根の梁部への配線ではケーブル保護のためのクリートを設置する。屋側への配線はケーブルラックにより行う。

ヤンゴン新電源室には、既設の 25kVA ディーゼル発電機を移設し、その跡に 210kVA の 3 相 400V 4 線式のディーゼル発電機を設置し、YESB の停電時に自動起動し電源を切換え電力供給を継続する。パズンダン駅電子連動機器室への配電用の 25kVA 400V/660V 昇圧変圧器を設置する。また、既設の 230V/660V 昇圧変圧器への接続を行う。

ヤンゴン新電源室からヤンゴン中央駅電子連動機器室へは、3 相 400V 3 線式で配線する。屋側への配線はケーブルラックにより行う。プラットホーム屋根の梁部への配線ではケーブル保護のための

クリートを配置する。電子連動機器室へはプラットホーム上を開削したピットを経由して横断し、駅本屋屋側をケーブルダクトで2階の機器室へ配線する。このルートは信号ケーブルと同一のため、隔壁で必要な隔離を確保する。2階部では窓から機器室のフリーアクセスへ納める。

ヤンゴン新電源室からパズンダン駅電子連動機器室へは、単相 660V で配線する。屋側への配線はケーブルラックにより行う。プラットホーム屋根の梁部への配線ではケーブル保護を行う。SINOビル端部からプラットホームを開削し地中トラフ式とする。側溝はトラフ橋により横断し、材料線を横断、転換機の下部を通すなど、既設信号ケーブルを支障しないルート選定を行う。使用する合成樹脂製のトラフは金具により蓋が強固に止められる。



出典：調査団作成

図. 3-13 電源線のルート

(g) 既設設備の撤去について

本件は信号設備の更新であり、既設設備の撤去作業が必要となる。しかしながら、本件の施工範囲は、新信号設備の設置までで、既設信号設備の撤去は含まれておらず、施工上支障しなければ既設設備は撤去されない。したがって、撤去作業に関する事柄についてはMR側負担事項となり、本件で撤去する既設設備、MR側で撤去する設備を別途協議することとする。ヤンゴン中央駅とパズンダン駅の両駅で発生する。現場設備の発生数量を表. 3-5 に示す。

表. 3-5 施工上撤去が必要な現場設備数量

品名	単位	数量		
		合計	ヤンゴン中央駅	パズンダン駅
色灯信号機	個	35	28	7
入換信号機	個	44	44	0
進路表示器	個	2	2	0
転てつ器装置	組	81	67	14

出典：調査団作成

② 進路及び駅構内作業

(ア) ヤンゴン中央駅

ヤンゴン中央駅は、マンダレー幹線の始終着並びにヤンゴン環状線の始終着駅としてのターミナル駅である。駅の配線を見ると、これらの列車扱いに対応するため、着発線 8 線、機回り線、貨物ヤードとの通路線、機関区との出入区線など多くの群線が配置されている。

構内作業をみると、着発線への列車据付作業、機関車の付替え、機回り作業などであるが、計画された作業ダイヤを持たず、その都度当務駅長の判断で決定されているとのことであった。

ルートの設定は、貨物ヤード及び機関区内の留置線などを除き、駅信号扱所に設置されてある「第 1 種電気機連動装置」により取り扱われている。この電気機連動装置によって取り扱われて同構内のルート数は 174 あり、1 ルートあたりの使用状況は、最大で 400 回、最小で 80 回と比較的使用頻度が高い。

今回、同駅の電気連動装置を電子連動装置に取り替える計画にあたり、構内作業の見直しを行い、削減ルートがないかの検討を行ったところ、4~5 ルートを連動装置から現場扱いにすることは可能と判断されたが、電子連動装置の導入コスト面での顕著な効果が期待出来ないことと、現場扱いにすることにより、信号所と連絡が煩雑となることや現場扱いによるヒューマンエラーの発生懸念があることなどを考え、現状、電気機連動装置でとり扱っているルート数を電子連動化とすることで計画を進めている。

(イ) パズンダン駅

パズンダン駅は、中間駅としてマンダレー幹線及び環状線列車に対する閉そくの取扱いや信号の取り扱いを行っている。ルート数は全部で 18 あるが、ルートの設定は、約 40 年前に設定された「第 1 種電気継電連動装置」によって行われている。

(ウ) 電子連動化後の作業

両駅の電子連動化に合わせ、パズンダン駅の信号取り扱いは、ヤンゴン中央駅の信号取扱所に統合されることから、パズンダン駅で行われている隣接駅との閉そくの取り扱いは、廃止されヤンゴン中央駅で行うことになる。

また、ヤンゴン中央駅信号扱所の作業体制であるが、てこ扱いは、南北各 1 名、連絡調整 1 名の 3 名で、これに予備を配置すれば対応が可能と判断される。

なお、現時点は構内作業ダイヤを持たずに作業を行っているようであるが、構内作業ダイヤによる作業は、作業を計画通りにスムーズに行うために絶対に必要なことであり、輸送の安定にも繋がることから、電子連動の取扱い指導に合わせて、構内作業ダイヤも作成するよう、MR 関係者に指導する必要がある。

③ 機材計画

新たに設置されるヤンゴン駅・パズンダン駅における主な屋内設備及び現場設備を表. 3-7 に示す。

本調査において、仕様要件を満たす電気転てつ機は特定メーカーしか製作出来ないことが判明した。今後競争性を確保するよう留意しなければならない。

MR 第 7 管区内では、初の電子連動装置となるので、駅運転係員の取扱い訓練や保守係員の保守訓練のため、連動訓練装置を併せて設ける。

電源設備については、発電機は負荷との整合や騒音を考慮して選定し、線路延線のケーブルは地表

トラフに収納する。

表. 3-6 電子連動装置設置関係機材計画

機材名	主要スペック	単位	数量	使用目的
電子連動機	構成機材 ・論理部（冗長構成・進路数 192・プログラム制御） ・電子端末部（冗長構成） ・連動端末：ファクトリーコンピュータ ・保守端末：ファクトリーコンピュータ	式	1	駅構内信号設備の動作制御
I/F 架	構成機材 ・リレー架 ・FT 架 ・OT 架 ・機器設置台 ・仮設架	式	2	リレー架は、列車検知や駅構内設備の制御に用いる。 FT 架、OT 架、機器設置台は駅構内設備との I/F に用いる。 仮設架は電気転てつ機の取替に用いる。
耐雷トランス (LT)	電圧変動率：3%以下 効率：95%以上 保護性能（サージ移行率）：1/1000 以下 絶縁種別：H 種（受電用） B 種（電源供給用）	個	16	電源線に加わる雷サージ等の異常電圧、電流から各種機器及び電源線路を保護する
無停電電源装置 (UPS)	待機冗長方式 切換方式：同期無瞬断方式 入力電圧：AC220V～240V 相数：単相 2 線 周波数：50/60Hz 定格出力容量：5kVA 保持時間：60 分	個	2	入力電源が断になった場合も、一定時間、接続されている機器に対して、停電することなく電力を供給し続ける電源装置
色灯信号機	多灯形 LED 式 視認距離：600m 灯色：G JIS E 3303 の緑の範囲 Y JIS E 3303 の黄の範囲 R JIS E 3303 の赤の範囲	個	29	列車の運転士に対し、安全に進行できる速度を指示し、または停止を指示する
電気入換信号機	LED 式 視認距離：200m 色度：JIS E 3303 の白の範囲	個	52	入換車両の運転士及び誘導係員に対し、進行を指示し、または停止を指示する

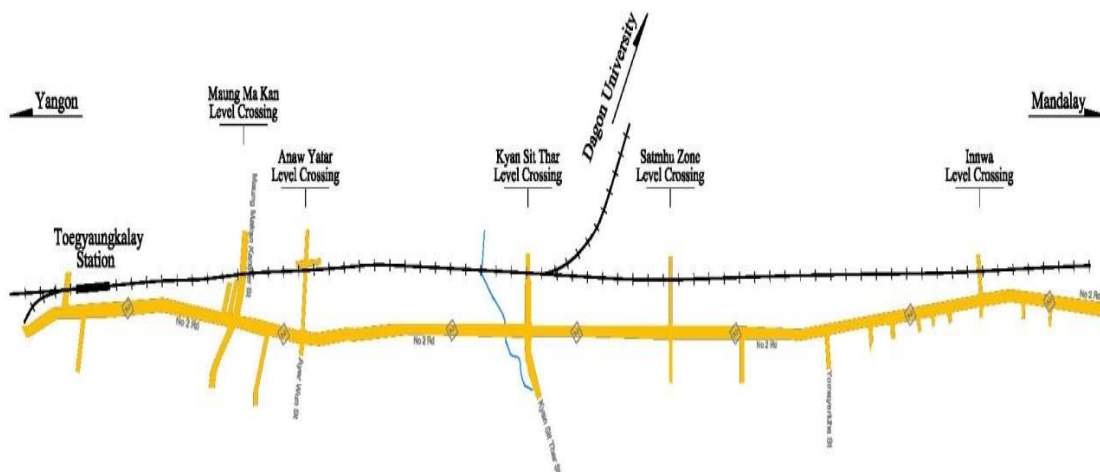
機材名	主要スペック	単位	数量	使用目的
進路表示器	LED 式 視認距離：200m（入換用は 100m 以上） 色度：JIS E 3303 の白の範囲	個	43	
電気転てつ機	電動機電源：AC105V±20%（単相） 定格周波数：50/60Hz 制御電源：DC24V+20% 動程：動作かん 185mm 鎖錠かん 130～185mm 転換時間：定格 7sec 以下 マグネットクラッチ 間接鎖錠方式	組	81	分岐器転換用
転てつ機接続装置	構成機材 ・フロントロッド ・接続かん ・スイッチアジャスター ・タイバー ・床敷板 ・つめボルト ・トンダレール ・合成枕木	式	81	電気転てつ機と分岐器の接続
扛上装置	構成機材 ・扛上台（200mm、300mm） ・副動作かん ・鎖錠かん継手金具	式	67	電気転てつ機の冠水対策
連動訓練装置	構成機材 ・論理部 ・電子端末 ・制御端末 ・現場模擬装置	式	1	駅運転係員の電子連動装置取扱訓練及び、保守係員の保守訓練に用いる
ディーゼル発電機	3相 400V 210kVA 級	台	1	
変圧器	単相 400V:660V 25 kVA	台	1	
電線	CV ケーブル各種	m	1,978	
コンクリートトラフ	幅 150mm	m	148	
合成樹脂トラフ	幅 70mm	m	999	
電線管	各種	m	122	

出典：調査団作成

(2) トー Junction カレー・イワタジ間の踏切自動警報装置の設置

① 踏切の選定

現在トー Junction カレー・イワタジ間には5踏切（図 3-14）が存在し、ヤンゴン方2踏切は構内踏切である。



出典：調査団作成

図. 3-14 トー Junction カレー・イワタジ間の踏切位置図

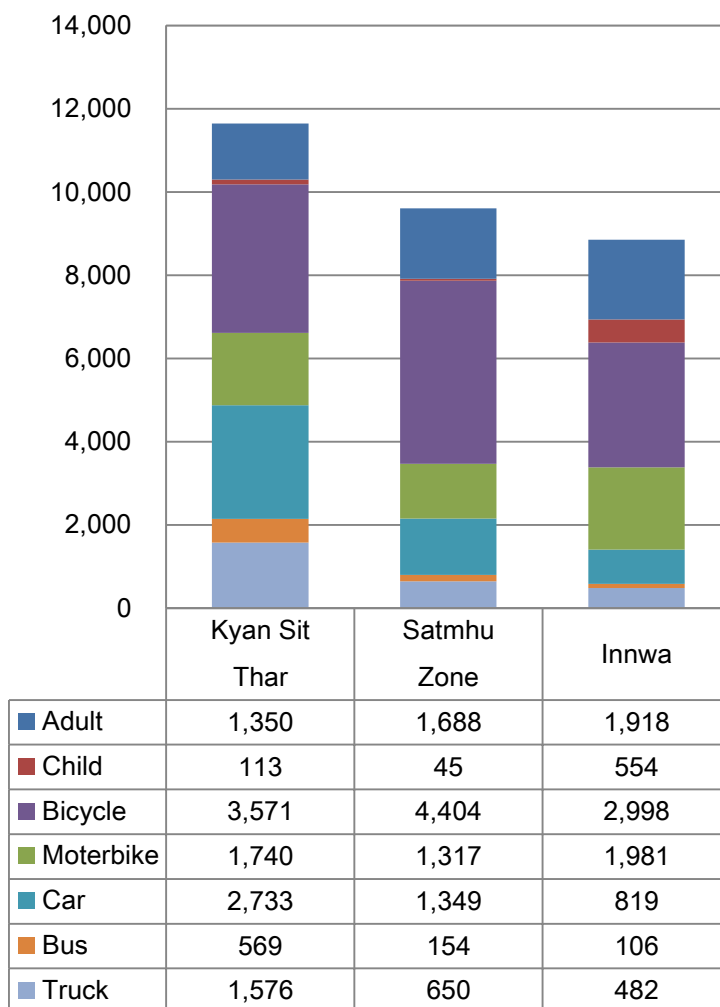
構内踏切の自動化を行った場合、短時間で運動装置の配線変更を必要とすることから、事故のリスクを伴うため選定から除外し交通量調査を行った。（表. 3-7、図. 3-15）

表. 3-7 踏切交通量調査の結果

Sunday		Sun 16 / Feb / 2014						
Level Crossing	Foot traverser		Bicycle	Moterbike	Car	Bus	Truck	
	Adult	Child						
Kyan Sit Thar	714	61	1,830	837	1,371	237	664	
Satmhu Zone	828	27	1,953	640	504	3	205	
Innwa	1,016	246	1,349	1,005	462	9	193	
Weekday		Mon 17 / Feb / 2014						
Level Crossing	Foot traverser		Bicycle	Moterbike	Car	Bus	Truck	
	Adult	Child						
Kyan Sit Thar	636	52	1,741	903	1,362	332	912	
Satmhu Zone	860	18	2,451	677	845	151	445	
Innwa	902	308	1,649	976	357	97	289	

- 平日と休日2回に分けて調査。
- 歩行者は大人、子供（子供は14歳以下）と分けてカウント。
- 大人、子供問わず自転車の通過は1台としてカウント。

出典：調査団作成



出典：調査団作成

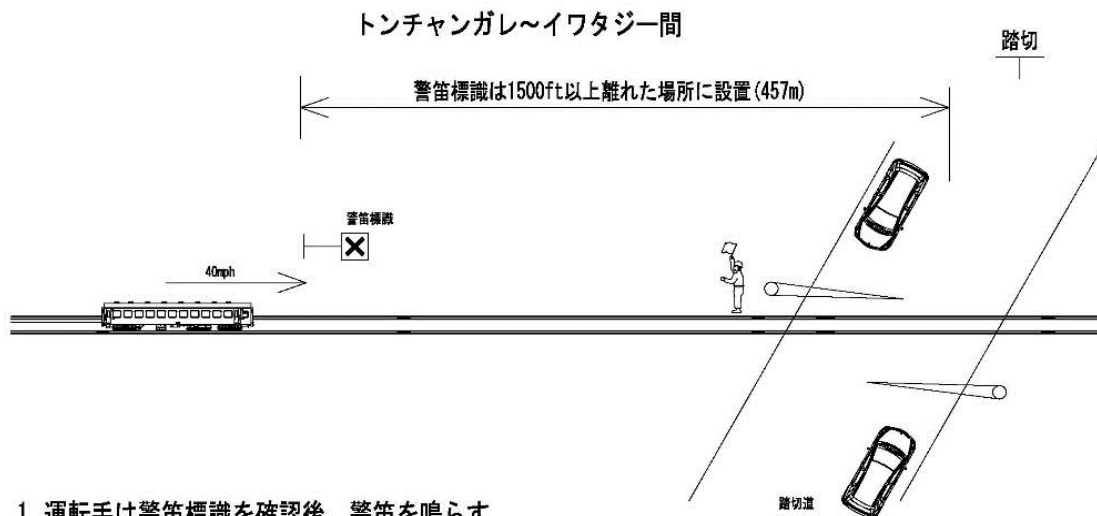
図. 3-15 交通量の集計結果

調査の結果、交通量が一番多く、平均的に踏切通行者（自動車含む）が利用していることから、踏切警手の負担が多いチャンシッター踏切を選定。

②現状

当該の区間は構内を除き保安設備が導入されておらず、列車からの警笛と踏切警手によるゲート遮断（手動）と手旗信号により踏切通行者の安全確保を行っている状態である。（図. 3-16）

現在の踏切の運用方法



- 1 運転手は警笛標識を確認後、警笛を鳴らす。
- 2 踏切警手は、警笛を合図に踏切ゲートを閉める。
- 3 ゲートを閉めた後、手旗により運転手へ進行合図を送る。
- 4 運転手は合図を確認し、踏切を通過。
- 5 列車通過後、踏切警手がゲートを解放。

出典：調査団作成

図. 3-16 現在の運用方法

この事から、踏切通行者（自動車含む）へ注意喚起を行うため踏切警報装置の設置、踏切警手の負担軽減と踏切遮断時間の短縮を図るため、電気踏切遮断機を導入する。（但し、遮断機の選定については踏切道に高さ制限がないことに留意する必要がある。）

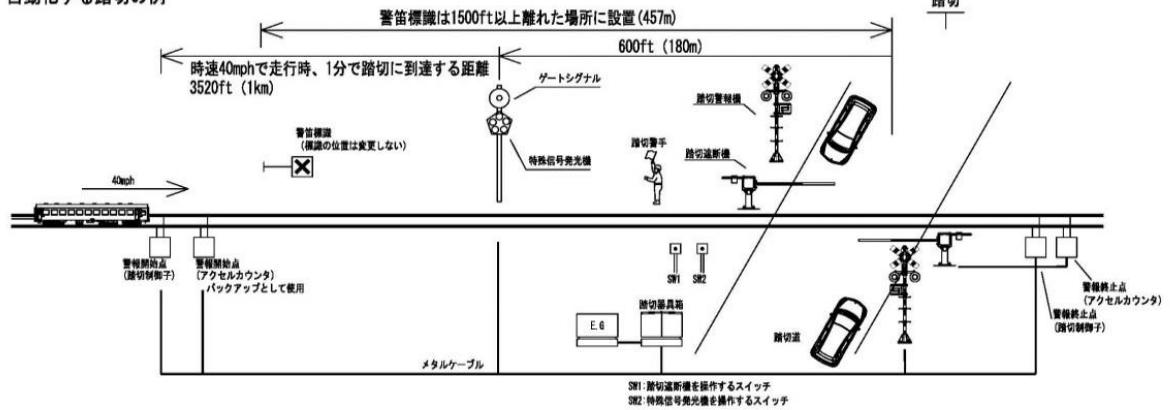
また、踏切警報機の鳴動制御及び遮断桿降下を列車運転手に知らせるため、踏切制御装置（列車検知装置を含む）及びゲートシグナルを導入する。

③導入後

踏切の一部自動化を行うことにより、現在の運用方法と照らし合わせた結果、図 3-17 が今回の最終形となる。しかし、今後の展望としては、導入後しばらく踏切に警手を立たせて、列車運転手も利用者も慣れさせてから、次のステップとして完全自動化へ展開する事が考えられる。

また、今後の運用方法は、MR は設備の管理・運用者として導入後に様子を見つつ、内部で議論を重ねて、ルールの変更も含めて改善や修正を行う必要がある。この手順を踏む理由としては、新規の設備を導入することで、運用してから初めて見えてくる詳細な課題が見えてくる、また時間が経つことで運用者も利用者も慣れてくることで、理想とする形も変わってくることは必然であるからである。

自動化する踏切の例



踏切警報機の動作

- 1 列車が警報開始点を通過すると警報機が鳴動。
- 2 自動車を含む通行者に対して、列車が間もなく通過する事を警報。
- 3 列車が警報終了点を通過が完了した後、警報機が停止。

踏切遮断機の動作

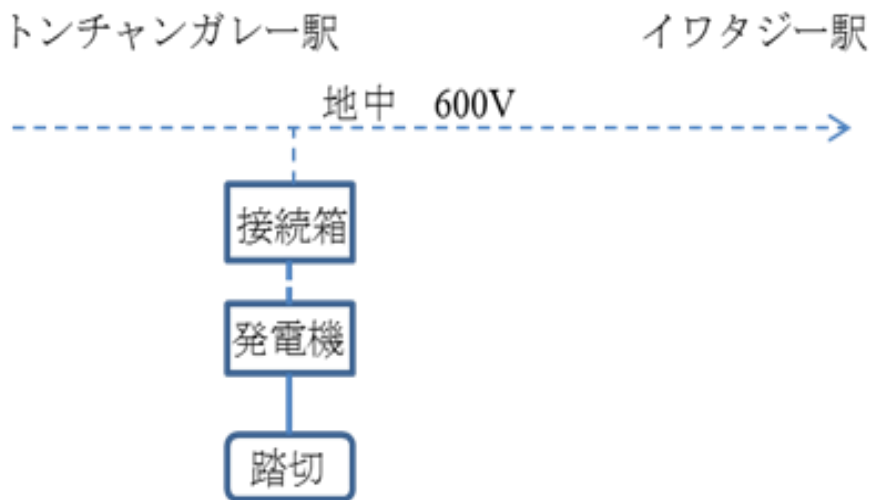
- 1 運転手は警笛標識を確認後、警笛を鳴らす。
- 2 踏切警手は、警笛を合図にSW1を操作し踏切遮断機を閉める。
- 3 遮断機の遮断終了と同時に、ゲートシグナル点灯
- 4 踏切警手は手旗により運転手へ進行合図を送る。
- 5 運転手はゲートシグナル及び合図を確認し、踏切を通過。
- 6 列車通過後、踏切警手はSW1を操作して遮断機を解放。

出典：調査団作成

図. 3-17 踏切自動警報化における装置構成及び動作手順

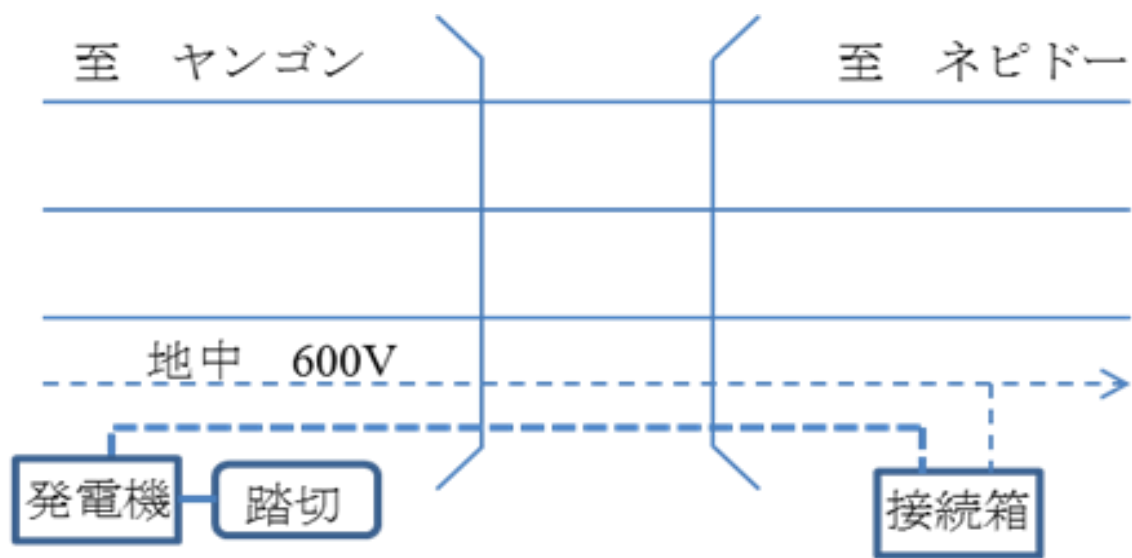
踏切電源の取得について、600V 地中電線がトージャウンガレー・イワタジー間のあるため、これを常用電源として使用する。

踏切装置に合わせた電圧に変換し、停電時の予備電源としてのディーゼル発電機を設置して踏切電源を確保する。



出典：調査団作成

図. 3-18 踏切への電源供給



出典：調査団作成

図 3.19 発電機との接続

③警報ルール

トンチャンガレ・イワタジー間 Y-M 幹線及び大学線の制限速度

- ・Y-M 幹線 : 40mph (64.37km/h)
- ・大学線 : 25mph (40.23km/h)

ゲートシグナルを踏切中心より 600Ft (183m) の位置に建植、40mph 走行時に 1 分でゲートシグナルを通過する距離を警報始動点として設定。

列車が始動点から踏切到達まで 70 秒であることから、設計警報時間を 70 秒と設定。

トンチャンガレ・イワタジー間 Y-M 幹線及び大学線の運行速度

- ・Y-M 幹線 : 25mph (40km/h)
- ・大学線 : 10mph (16km/h)

上記より、設計警報時分を 70 秒に設定した場合の警報時素は表○である。

但し、施工の際は時素を調整する必要がある。

表. 3-8 運行速度の時素

	ヤンゴン・マンダレー幹線		大学線	
制限速度	40 (mph)	64.37 (km/h)	25 (mph)	40.23 (km/h)
警報開始点 T	3520 (Ft)	1072.9 (m)	2200 (Ft)	670.56 (m)
警報開始点 A	3,511 (Ft)	1070.11 (m)	2,191 (Ft)	667.77 (m)
踏切通過時間 (s)	70.30 (s)		76.40 (s)	
運用速度	25 (mph)	40.23 (km/h)	10 (mph)	16.09 (km/h)
運用速度の警報開始点 T	2,200 (Ft)	670.56 (m)	880 (Ft)	268.22 (m)
運用速度の警報開始点 A	2,191 (Ft)	667.77 (m)	871 (Ft)	265.44 (m)
運用速度の踏切通過時間 (s)	76.40 (s)		100.90 (s)	
設定時素 (s)	7.00 (s)		25.00 (s)	

設定時素:列車が警報開始点を通過して、警報が鳴動するまでの時間

T:踏切制御子(軌道回路)方式

A:アクセルカウンタ方式

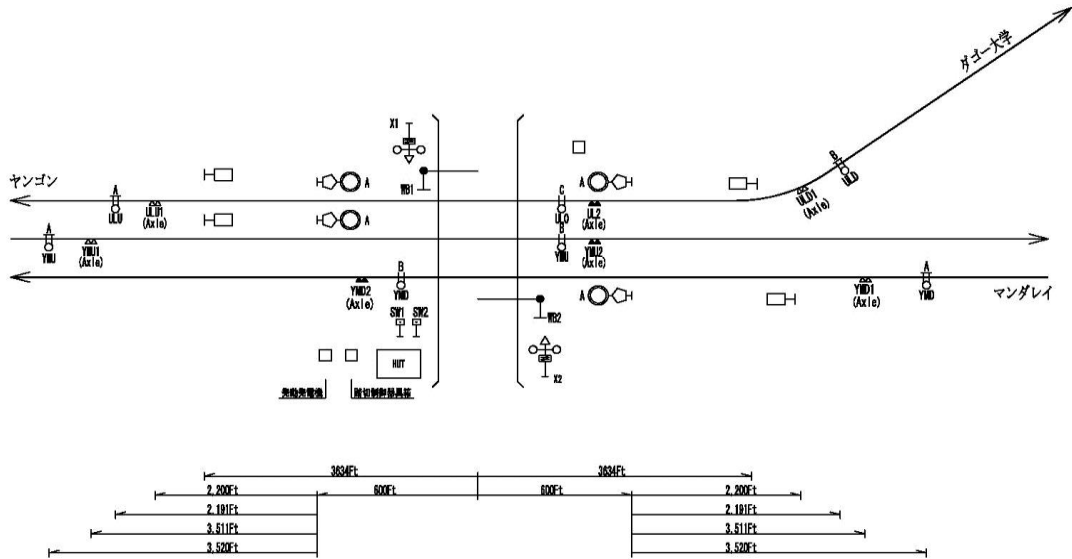
出典 : 調査団作成

警報時素を考慮した結果、踏切制御図表は下図 (図. 3-20)

チャンシッター踏切

Semi-automatic Crossing
 Length of Level Crossing=78'-0"
 Width of Level Crossing=38'-0"

9mile/24



踏切制御表

設計警報時間 70秒

警報装置	制御区間		警報制御点		制御区間長	制限速度	運行速度	警報時素	記事欄	
			警報開始点	終了点						
X1	下り	1	ヤンゴン・マンダレイ踏越	YMD-A	YMD-B	3,520+600=4,120Ft	40mph	25mph	7s	
		2	ヤンゴン・マンダレイ踏越	YMD1	YMD2	3,511+600=4,111Ft				
		3	大学線	ULD	UL0	2,200+600=2,800Ft	25mph	10mph	25s	
		4	大学線	ULD1	UL2	2,191+600=2,791Ft				
X2	上り	1	ヤンゴン・マンダレイ踏越	YMU-A	YMU-B	3,520+600=4,120Ft	40mph	25mph	7s	
		2	ヤンゴン・マンダレイ踏越	YMU1	YMU2	3,511+600=4,111Ft				
		3	大学線	ULU	UL0	2,200+600=2,800Ft	25mph	10mph	25s	
		4	大学線	ULU1	UL2	2,191+600=2,791Ft				

備考

1. □ 警笛標識
2. ○ 特殊信号発光機 (回転形)
3. ⊙ ゲートシグナル
4. ⊞ 踏切制御点 (開始点)
5. ⊞ 踏切制御点 (終了点)
6. ∞ アクセルカウンター (開始点)
7. ∞ アクセルカウンター (終了点)
8. 運行速度を40mphを基準とし、踏切に到達するまでの時間は70sで設定。
9. 運転手が警笛標識を確認後、警笛を鳴らす。
10. 警笛を確認後、踏切警手は遮断機を操作。
11. 遮断機の降下・上昇の操作 (SW1) は踏切警手が行う。
12. 遮断機が降下完了と同時に、ゲートシグナルが点灯する。
13. 列車通過後、警報機は鳴動停止。
14. 列車通過後、遮断機を操作して踏切を上昇させる。
15. 緊急を要する事象が発生した場合、特殊信号発光機を操作 (SW2) する。
16. 特殊信号発光機を操作 (SW2) した場合、ゲートシグナルは減灯させる。

出典：調査団作成

図. 3-20 踏切制御図表

④機材計画

現地の状況を考慮した結果、導入する踏切の主要材料の一覧を示す。

表. 3-9 自動踏切機材計画

機材名	主要スペック	単位	数量	使用目的
踏切制御装置	制御回路：リレー方式 列車検知方式：踏切制御子(H形) 車軸検知器による2重化 停電時動作時間 ：8時間(蓄電池、E.G.による併用) 鳴動条件：制御図表による。調整可能 遮断機制御はSW操作による。	式	1	警報機、遮断機、ゲートシグナル等の制御。
踏切警報機	形式：A形 防食タイプ 構成：警標、警報灯(LED形)、 方向指示器(LED形)、 スピーカー(音量変化機能付) 動作電圧：DC24V	組	2	列車進来時に警報を鳴動し注意喚起を促す。
電気踏切遮断機	形式：ウェイト式 直腕形 構成：遮断桿(FRP製)、折損防止器 動作電圧：DC24V 故障時動作：遮断桿は降下。	組	2	踏切を遮断。
ゲートシグナル	形式：LED形 (線路別表示灯にて代用) 動作電圧：30V 見通し距離：200m 発光色：緑	個	4	遮断完了後に信号現示を点灯
特殊信号発光器	形式：回転形 LED形 動作電圧：24V 見通し距離：800m 発光色：赤	個	4	光ケーブル成端用
ケーブル	形式：波付鋼管がい装ビニル防食ケーブル CVV-MAZV 用途：制御用(埋設) 規格：JIS C 3401 準拠 定格：600V 60℃.	km	6.8	機器間接続

出典：調査団作成

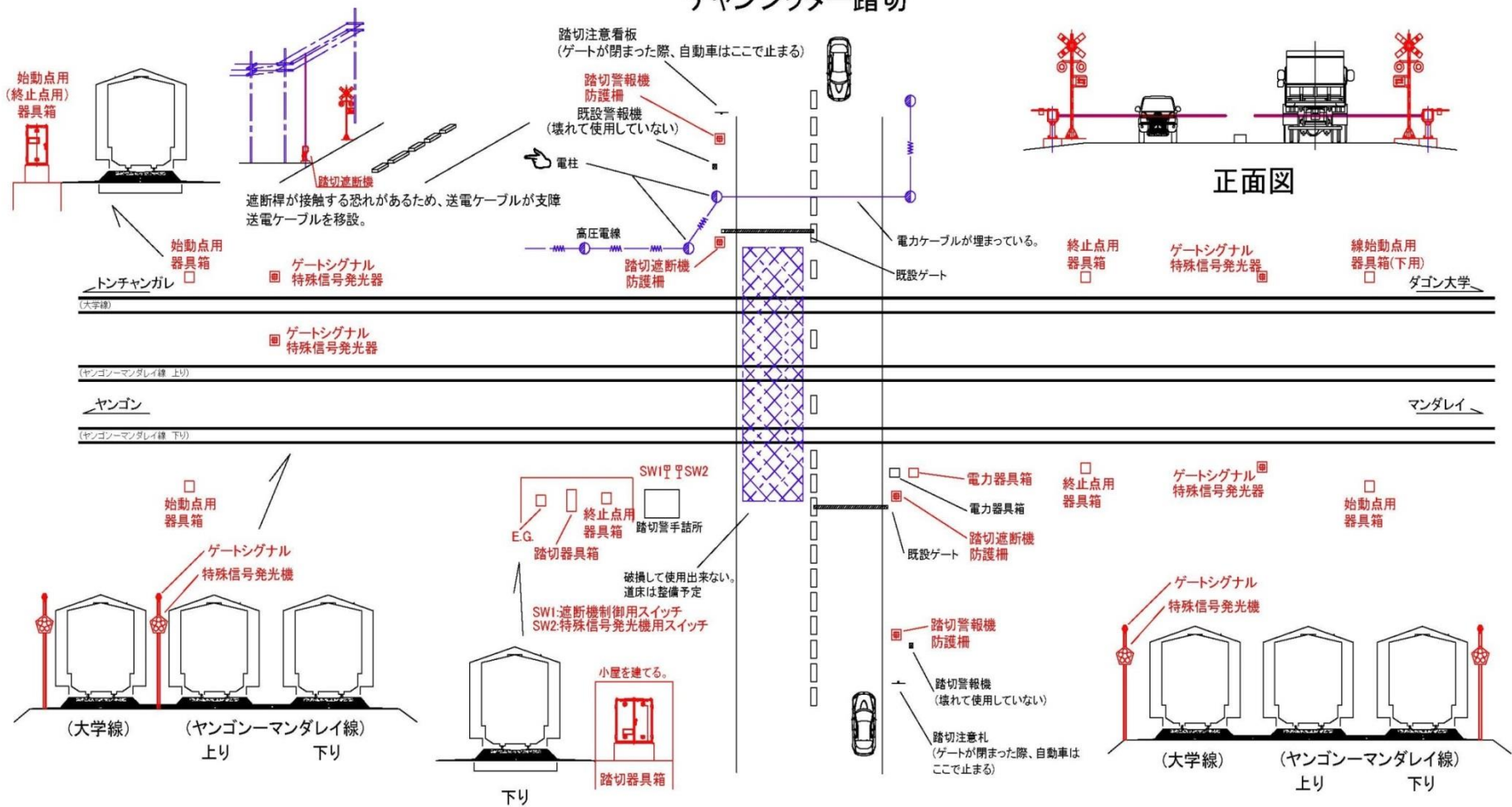
また発電機は、負荷装置との整合や騒音を考慮して選定する。

表. 3-10 発電機機材計画

機材名	主要スペック	単位	数量	使用目的
ディーゼル発電機	単相 5kVA 級	台	1	停電時の予備電源

出典：調査団作成

チャンシッター踏切



出典：調査団作成

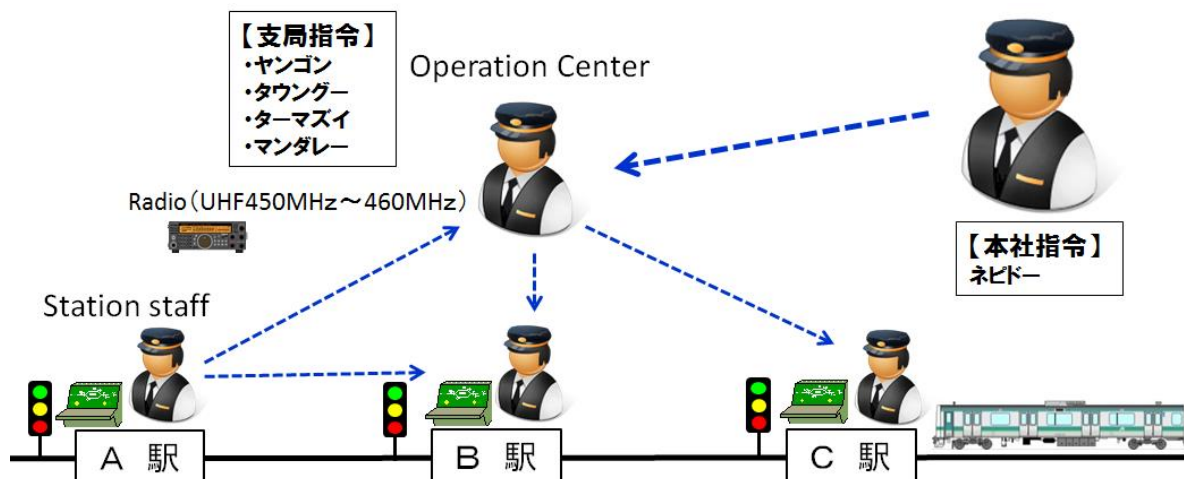
図.3-21 チャンシッター踏切概略設備図

(3) ヤンゴン・ピュンタザ間の列車集中監視装置の導入

① 輸送指令の近代化計画概要

(ア) ミャンマー国鉄指令の現状

ヤンゴン～マンダレー線においては、4つの支局（ヤンゴン・タウンゲー・ターズイ・マンダレー）それぞれに指令所がある。これらの指令所では管内の駅長と連絡を取り合いながら列車の運行管理を行っている。またこれらの各支局指令に対して、ネピドーの本社指令が統括する体制となっている。（図.3-22）

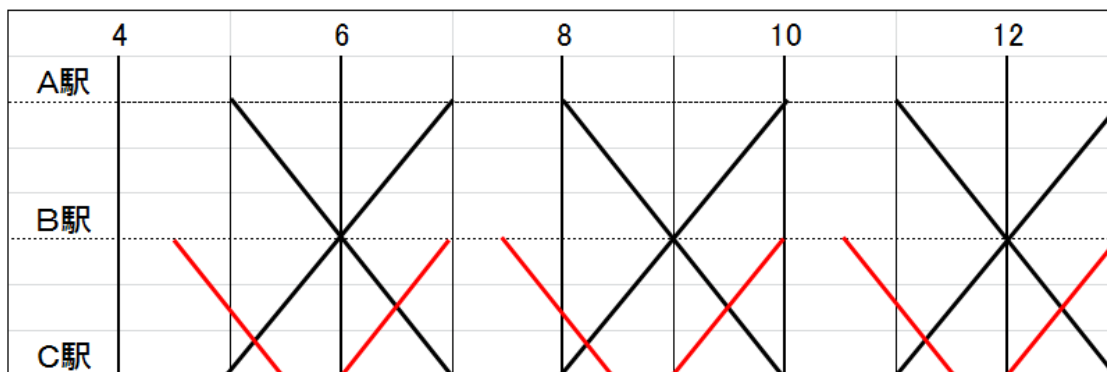


出典：調査団作成

図. 3-22 ミャンマー国鉄 指令の現状

各支局指令はネピドー本社指令から当日の運行計画を聞き、実施ダイヤ（図 3.23）を作成する。そして各駅と連絡を取りながら列車の運行状況を把握して、実施ダイヤに記入を行い、これが実績ダイヤ（図 3.24）となる。

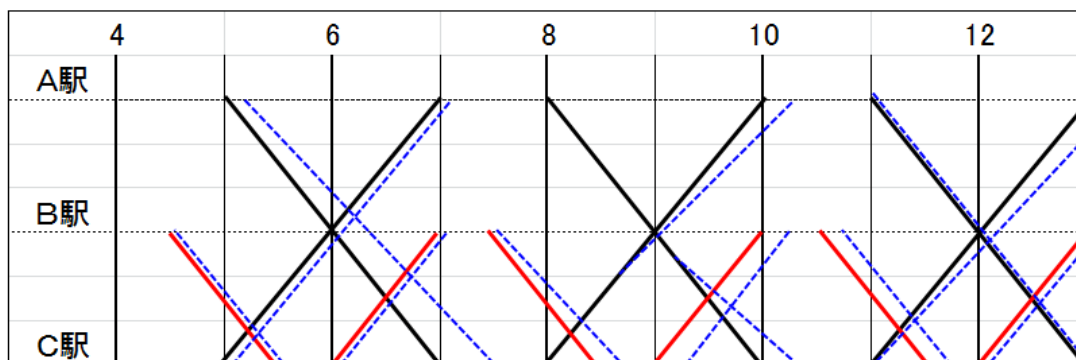
実施ダイヤ 事前に計画したダイヤ（基本列車＋臨時列車）



出典：調査団作成

図. 3-23 実施ダイヤイメージ

実績ダイヤ 実際に列車が運転したダイヤ



出典：調査団作成

図. 3-24 実績ダイヤイメージ

現在は指令と駅との連絡手段は UHF 無線及び電話機である。実際には指令所においてスムーズに必要な情報が取得できていない為、本来の指令業務である「情報収集」→「判断」→「指令伝達」といった流れに支障をきたしている。このため、結果的には指令所では列車の運転実績の把握のみとなっており、実質的な権限は各駅になっている。

(イ) 指令業務の見直し（駅中心から指令中心へ）

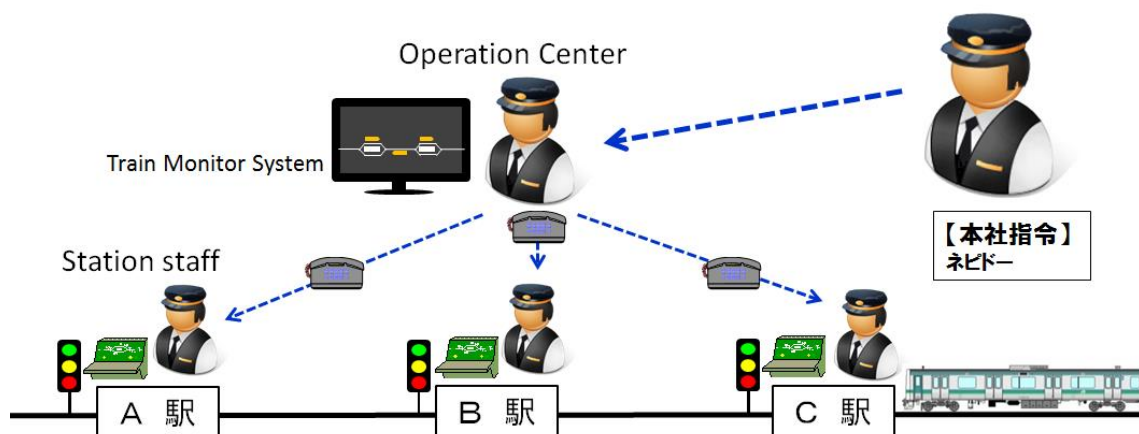
現在の駅中心の方法では、将来的に列車の運転本数が増えた際、各駅での取扱いの増加、隣駅、指令に対する連絡回数の増加、それによる指令における運行状況把握の困難、各駅の取扱い増加によるヒューマンエラーの増加などにより、安全な運行をスムーズに行えなくなる恐れがある。また、1本の列車の遅延が大きな影響となり、指令が線区全体の運行管理ができなくなる恐れがある。今後はミャンマーの経済発展と共に鉄道の需要予測も急速に増加が考えられることから、列車の運行管理は従来の駅を中心とした管理体制から指令を中心とした管理体制にシステムチェンジを図る必要がある。指令を中心としたシステムにチェンジをしていくが、指令において列車進路制御を行う最終形に向けては段階的にステップを踏んでいきたい。

指令業務の見直しのためには、まず線区全体の列車の運行状況をリアルタイムで把握できる「列車運行集中監視装置」(Train Monitor System : TMS)を導入する必要がある。列車の運行状況がリアルタイムで把握できることで、駅に連絡して列車の運行状況を把握するといった作業は必要なくなり、指令所では運転整理を迅速・正確に行うことができる。ただし指令の業務には以下のようなものがあり、TMSの導入と同時に指令業務の見直しをする必要がある。

- ・列車を計画通りに運行させる為の運転整理
- ・波動的な輸送に対しての臨時列車手配

- ・事故及び災害発生時における状況調査の指示
- ・救援列車等の運転手配
- ・気象状況の把握

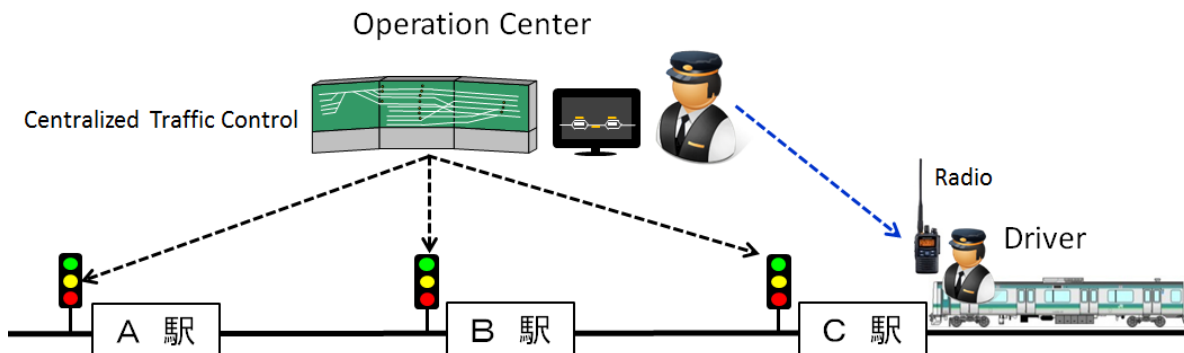
指令業務見直しの為のステップ1としては指令所に運行状況監視盤を設置し、指令所で列車の位置をリアルタイムに表示して線区全体の運転状況を把握し、運行管理を行う方法である。従来と大きく違う点としては、駅は日々の計画や指令の指示に従い進路制御等を行うが、運行管理の権限は指令所にあるというところである。(図.3-25)



出典：調査団作成

図. 3-25 ステップ1のイメージ

ステップ2としては、駅の進路制御を指令所で遠隔制御する CTC (Centralized Traffic Control) の導入や指令室から直接、乗務員と通話ができる列車無線の整備などがある。これらの導入により、駅を介さない列車の運行管理が実現する。その結果、駅や指令の余力の労働力をさらなる旅客サービスに振り向けられるようになるほか、ヒューマンエラーの削減、更なる運行管理品質の向上が期待できるものとする。(図.3-26)



出典：調査団作成

図. 3-26 ステップ2のイメージ

その為今調査では列車運行管理の近代化のステップ 1 を行う為、「列車運行集中監視装置」(Train Monitor System) と周辺設備の導入を提案する。

② TMS (列車運行集中監視装置) の表示内容

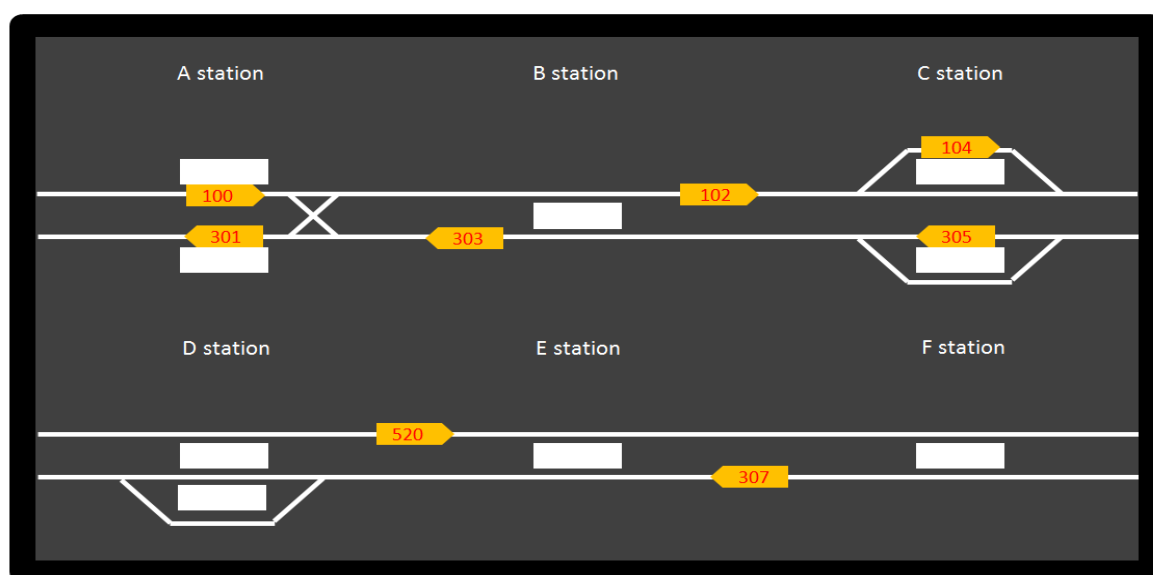
(ア) 主な機能

列車運行集中監視装置は、ヤンゴン中央駅からピュンタザ駅まで列車在線位置を監視するものである。ヤンゴン駅信号機器室に「中央管理装置」「伝送中央装置」等を設置し、当日の実施ダイヤ並びに連動駅に設置された TMS 駅装置からの情報を処理するものとする。

また、ヤンゴン駅信号扱所と同一箇所に設置されるバゴ管区 OCC には、列車運行表示盤を設置し、中央管理装置によって処理された、列車在線位置、列車番号等を表示するものとする。

(イ) 列車運行表示盤

運行表示盤には、ヤンゴン中央駅からピュンタザ駅まで各駅の配線、列車番号、列車在線位置を表示する。但し、ヤンゴン中央駅～トージャウンカレー駅間の平行しているヤンゴン環状線の列車番号は表示しないものとする。また運行表示盤に表示する駅名はミャンマー語ではなく、英文字・英数字とし、列車番号の枠は 3 ケタとする。



出典：調査団作成

図. 3-27 列車運行表示盤

(ウ) 列車運行表示盤付帯設備

列車運行表示盤付帯設備としては「運転表示卓」「指令操作卓」「簡易ダイヤ作成装置」「ダイヤ印刷装置」とする。各機能は以下の通りである。

- ・「ダイヤ表示卓」…実施及び実績ダイヤの表示
- ・「指令操作卓」…臨時列車入力や順序変更、列車番号変更などの入力装置
- ・「簡易ダイヤ作成装置」…実施ダイヤ入力用端末
- ・「ダイヤ印刷装置」…実施ダイヤや実績ダイヤを印刷するためのプリンタ



出典：調査団作成

図. 3-28 列車運行表示盤付帯設備

(エ) その他設備

指令室で決定した事項を各駅の信号所に迅速・的確に伝える為、指令と駅間に「直通電話」及び「一斉伝達装置」を設置する。このうち「直通電話」は指令と各駅に専用で設けられた輸送指令専用の電話であり、駅と指令間の必要な通話を直ちに行えるよう整備する。また指令で決定した運行に関する情報を伝える「一斉伝達装置」は、各駅に設置する「TID 駅端末装置」を活用する。これは TMS による管区指令内の各列車の在線位置を表示する装置であるが、同時に指令により決定した臨時列車の設定及びその時刻、運行状況による列車の運転時刻変更、運行する予定だった列車の運休、異常事態に合わせた各駅への伝達事項などを、運転連絡報や緊急運転通告券といった内容で端末に表示する事により、各駅に一斉迅速に伝達する。同時に端末表示の閲覧確認により、情報が駅に確認された事を指令により把握して、運転に関わる重要な情報を確実に伝達する装置とする。

またネピドー総括 OCC にはバゴー管区 OCC に設置される列車運行表示盤のモニタのみを設置する。バゴー管区 OCC のモニタ表示と同一の情報をネピドー総括 OCC に表示する事により、統括 OCC として急行列車や貨物列車などの長距離列車の効率的な運行の指示を的確に行える計画とする。これは同時に将来的には各管区 OCC の中央監視システムをネピドー総括 OCC に集約して表示し整備する事を目的とする。

③ 列車ダイヤ作成

(ア) 列車ダイヤ入力作業

列車ダイヤの基になる基準運転時分、列車の運転時隔をもとに、ダイヤ改正時に基本ダイヤを作成する。この基本ダイヤには、定期列車、季節列車、臨時列車のスジを予め入力

する。

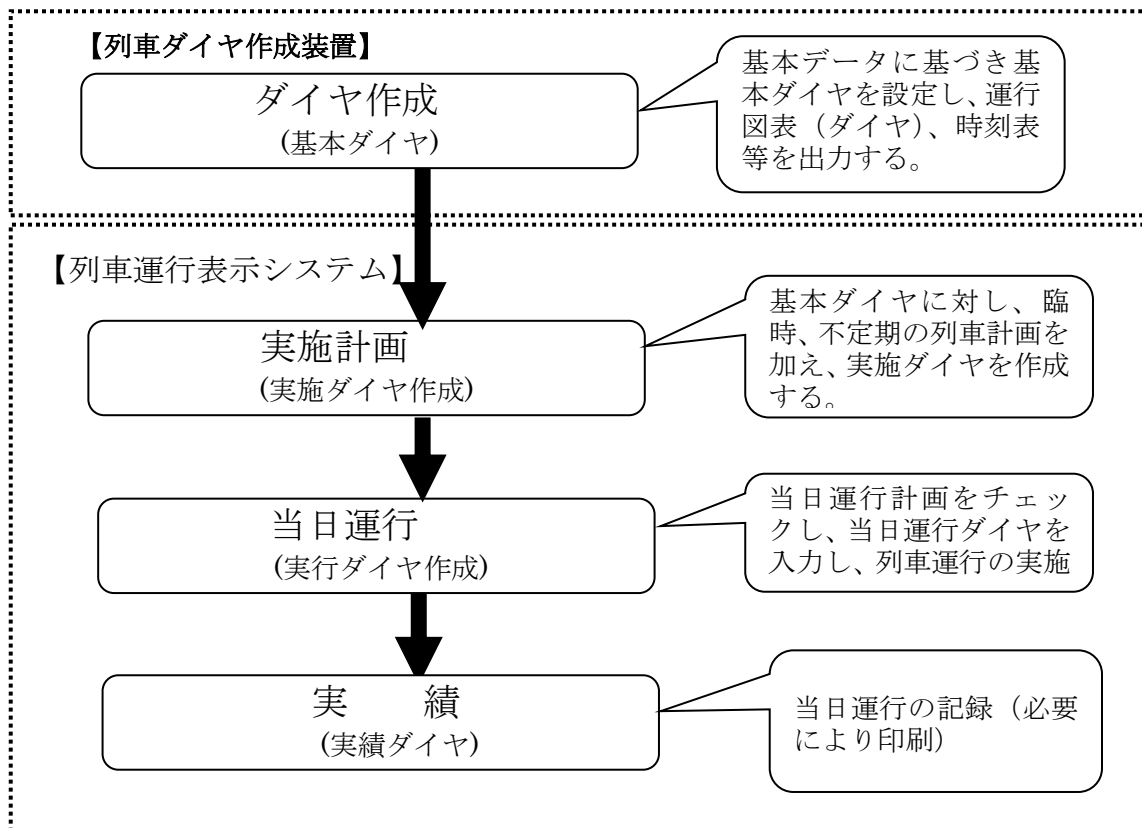
運転の3日前に、基本ダイヤをもとに、運転する季節列車及び臨時列車をチェックして、実施ダイヤを作成する。

当日になり、実施ダイヤの当日運行計画をチェックし、決められた切替時間に当日ダイヤを確定する。

当日ダイヤと実際の列車通過時刻をTMSにより自動的に採時するとともに、指令員により記録する。このようにして当日運行記録を作成する。

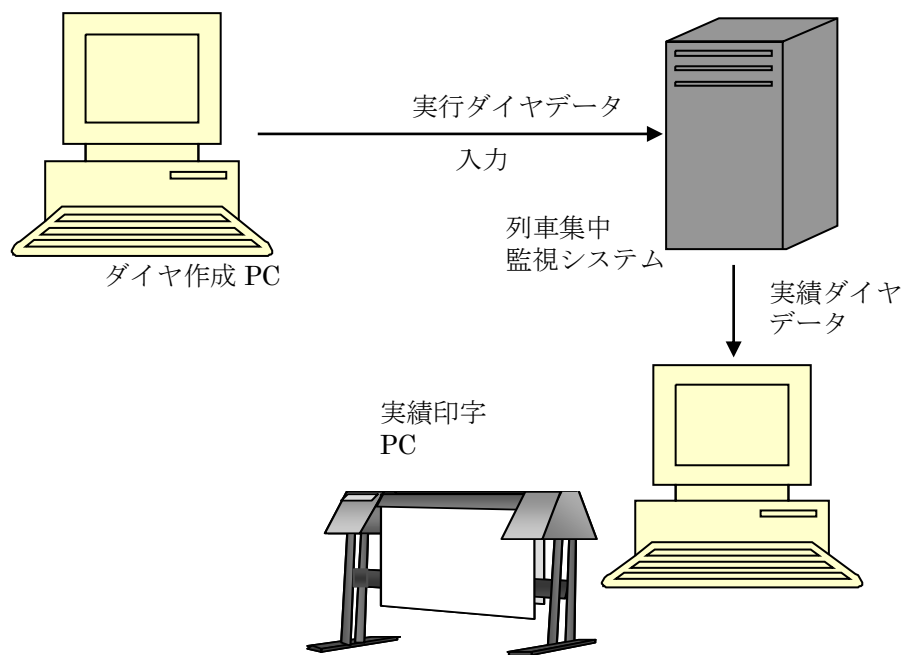
当日運行記録を実績ダイヤとして印刷する。

図.3-29 は、基本ダイヤ作成から実績ダイヤまでの作業の流れを、図.3-30 はダイヤ作成システムの概略ハードウェアの流れを示す。



出典：調査団作成

図. 3-29 列車運行表示システムの流れ



出典：調査団作成

図. 3-30 ダイヤ作成システムの概略ハードウェア

(イ) 列車ダイヤ

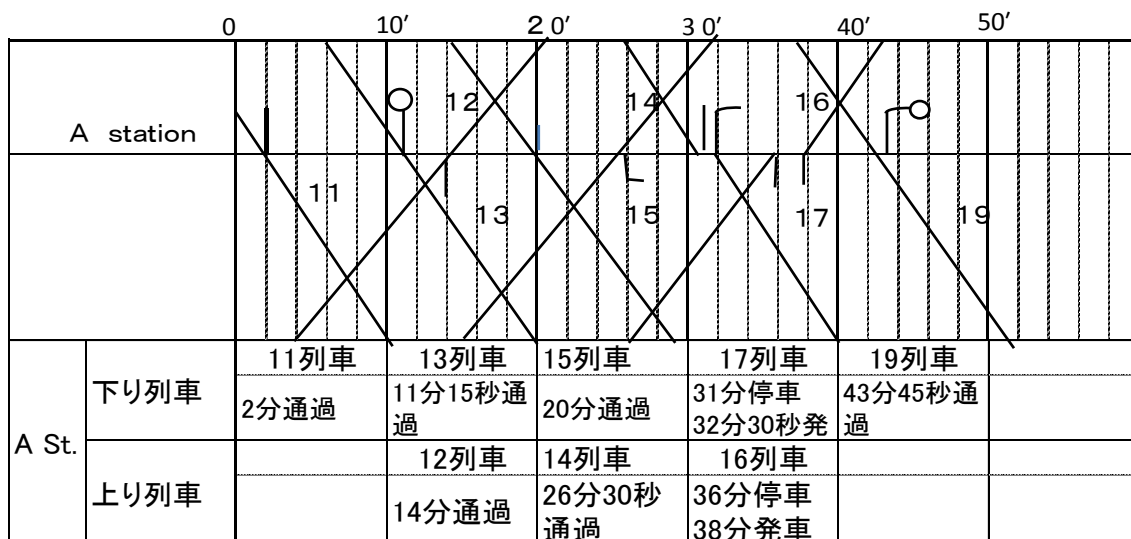
列車ダイヤの種類は、用途により表.3-13 に示すようなものがある。今回 MR 列車運行表示装置に対しては、2 分目ダイヤを導入することで計画している。

2 分目ダイヤの表示記号は表.3-11 に、ダイヤの事例を図.3-31 に示す。

表. 3-11 列車運行図表の種類及び用途

ダイヤの名称	目盛	時刻の単位	日本の例
2 分目運行図表	2 分	15 秒	JR 線 (HSR を含む)、地方民鉄線の列車計画、運転整理に使用
1 分目運行図表	1 分	10 秒	大都市の JR 通勤線、大手民鉄線の列車計画、運転整理に使用
1 時間目運行図表	1 時間	1 時間	JR 会社の概略列車計画、各会社間にまたがる列車計画に使用

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図. 3-31 2分目ダイヤの読み方

④機材計画

本業務実施にあたっては、MR側とバゴー管区 OCC で運行管理を行う内容について協議を行い、前述①、②、③のように定めた。また、今後のバゴー管区 OCC の役割について、運行の効率化と近代化を促す為、基本方針を確認した。その後、列車在線位置を表示するにあたって必要な各駅及び各地区 OCC の設備に対する機材の選定、各駅光搬送装置への伝送方法、モニタの設置箇所等について調査を行った。また、各駅の TMS 装置の安定稼働に必要な電力の確保の為、各駅の電力供給状況や必要な電力設備の整備内容についても調査を行った。

なお、本調査で TMS 装置を導入する際は 2010 年にインドの支援で敷設された光ケーブルを使用する事が前提となる。この為、光ケーブルの敷設状況が TMS 装置に耐えうるものかどうか、また、この光ケーブルを使用して日本の伝送装置の使用が可能かどうかを同時に判断する必要がある為、現地の測定結果などを元に調査をおこなった。その結果、今案件の TMS 装置の伝送手段として十分耐えうると判断し、使用する事を決定した。MR と協議の上ヤンゴンーピュンタザ間で TMS 伝送専用回線として 4 芯を使用する事を打合せて合意した。その他ヤンゴンーネピドー間で直通電話回線及びネピドー総括 OCC への運行表示盤表示伝送回線として、2 芯を通信伝送回線として使用する事も合意している。

TMS 設備を導入するヤンゴンーピュンタザ間の列車の進路を司る連動装置は、諸外国の支援を得て様々な種類のものが導入され、また導入工事が行われている。特にリーダウカン駅からピヤートンズ駅にかけての 6 駅には、インドの支援により電子連動装置 (SSI) の導入工事が行われており、近い将来の使用開始を目指している。これら各国の連動装置から、必要な列車在線位置を取り出し、TMS 装置に表示させる事が出来るか、具体的な情報

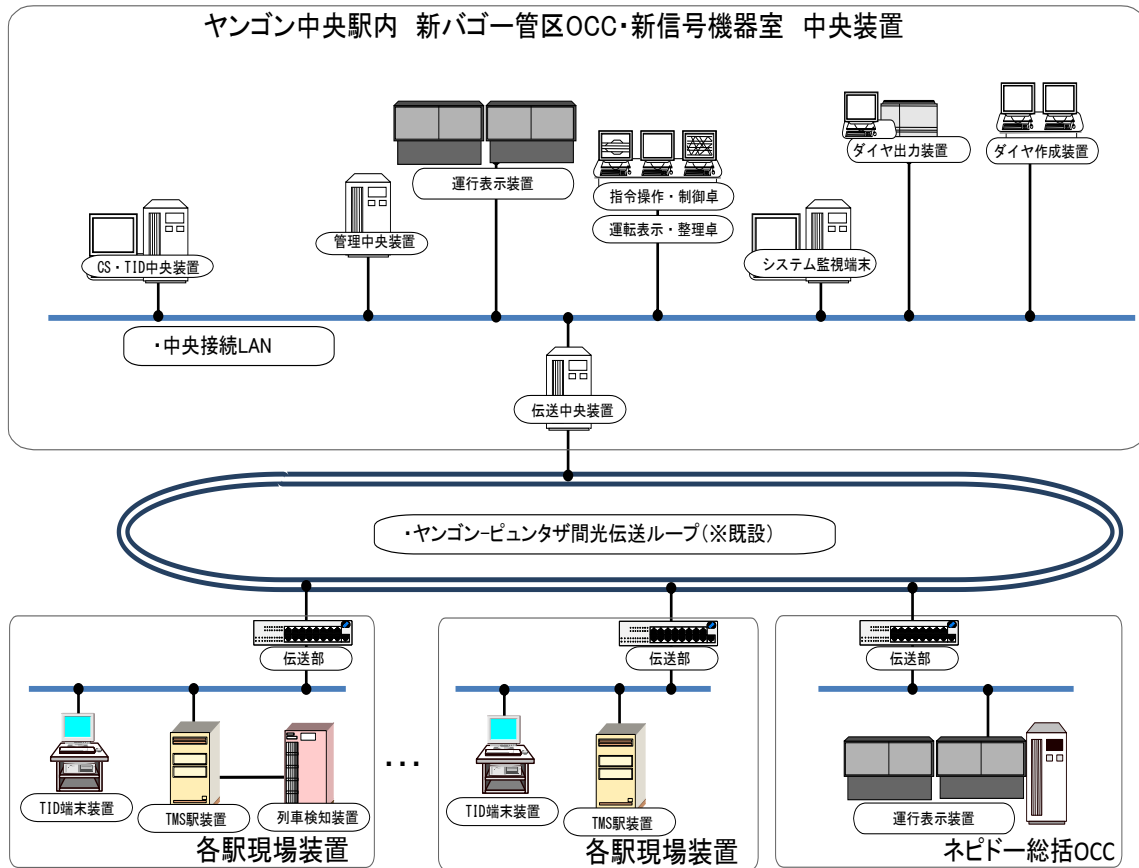
取得方法を調査した。その結果、軌道回路を使用して動作しているヤンゴンーイワタジー駅間の各駅については既設連動装置の条件を使用して列車位置を取得する。その他の駅では TMS 装置専用の列車検知装置を設けて列車位置を取得する。これらの駅は各駅へ進入及び進出を判定する列車検知装置を TMS 伝送機器と同時に設置することとした。

表. 3-12 ヤンゴン・ピュンタザ駅間の各駅連動装置一覧

Sr. No	StationName	Type of Interlocking	Block working	Maiking of Interlocking	Report
1	Yangon	E(1950)	AB	England(WestingHouse)	
2	PazunDaung	R(1970)	AB	Germany(Siemens)	
3	Malwagon	R(1996)	AB	Germany(Siemens)	
4	Thingangyun	R(1998)	AB	Japan/MR	
5	Togyaunggale	R(2000)		Korea(LG)	
6	Ywathagyi	R		Japan/MR	
7	Ladaung Kan	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
8	Darbain	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
9	HtoneGyi	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
10	Kyauk Tan	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
11	Tarwa	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
12	Payatonesu	K		(MR)	SSI Under Construction (India)
13	Bago	M(1940)		England(Saxby&Farmers)	
14	Shwehle	R(2000)		China	
15	Payagai	R(2000)		China	
16	Pyinpongyi	R(2000)		China	
17	Kadok	R(2000)		China	
18	PaungDawThi	R(2000)		China	
19	EincheLayse	K		(MR)	
20	DaikU	R(2000)		China	
21	Pyuntaza	M(1940)		England(Saxby&Farmers)	

出典：調査団作成

それらを踏まえ、列車集中監視装置として整備する機材を以下に示す。前述①、②、③の機能を満足させる列車集中監視装置のシステム構成として、図.3-32 を示す。



出典：調査団作成

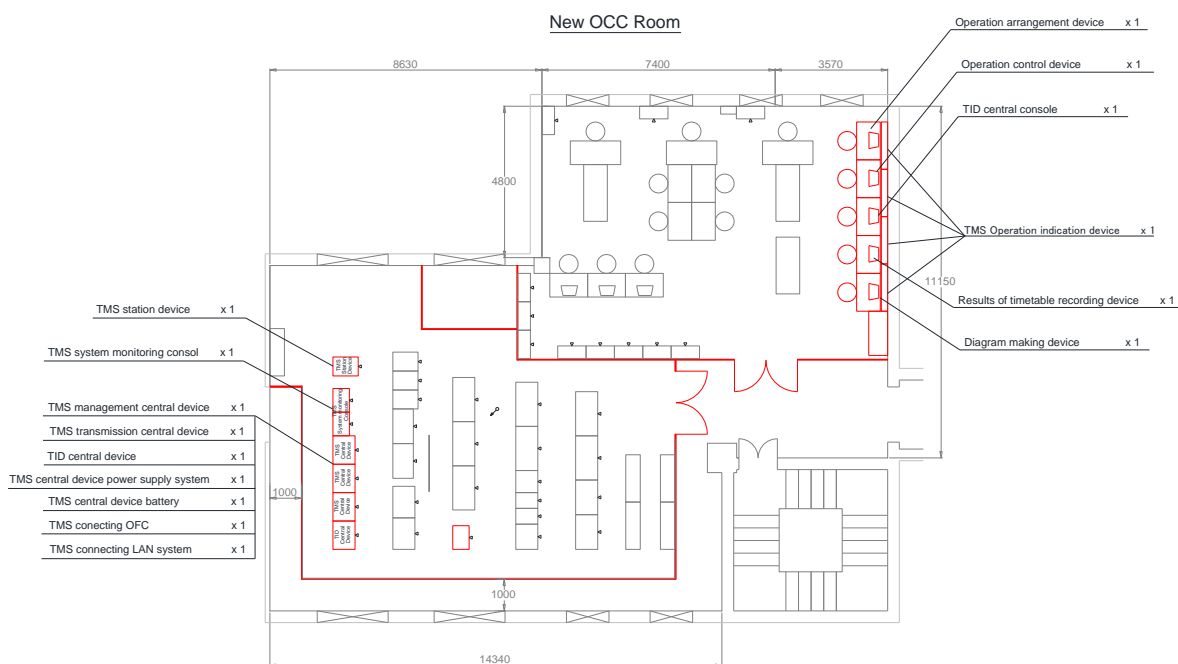
図. 3-32 列車集中監視装置システム構成図

ヤンゴン中央駅のバゴ-管区 OCC に TMS の中央装置を設置する。中央装置の構成は、各駅装置や中央装置から収集した情報を元に列車の運行ダイヤや運行情報を管理する管理中央装置、中央管理装置によって処理された列車位置や列車番号等を表示する運行表示装置、当日の運行ダイヤの作成や変更等を行う運転表示・整理卓、それらを TID 中央装置に反映したり整理を行う指令操作・制御卓、列車の在線位置情報や指令の運行管理情報を各駅へ配信する TID 中央装置、運行ダイヤの基準となる基本ダイヤ作成や実績ダイヤの記録を行うダイヤ作成装置・ダイヤ記録装置、これらの機器を接続し、また各駅装置との接続も司る伝送中央装置、それらの設備の稼働状態を監視するシステム監視装置といった設備を構成する。

これらの中央設備のうち、ヤンゴン中央駅の新しい信号扱所と同一の場所に設置される予定の「バゴ-管区 OCC」には、「運行表示盤」を設けて、各駅の TMS 駅装置から集約される列車在線位置情報を管区内の各駅線形に合わせた形で表示出来る設備とする。ただし、運行表示盤は巨大なディスプレイによるものではなく、大型テレビを複数台組み合わせたものを基本とし、コンパクト且つ見やすい表示盤を設置する。同時に、この「運行表示盤」で示される列車の在線状態を、ネピドーの統括 OCC にも表示する。これにより、将来的に

ネピドー統括 OCC に列車運行情報を集約し、それぞれの管区 OCC をまたぐ列車に対して全体を把握した指示が与えられるような設備の導入を促進する事とする。この「運行表示盤」の表示情報をネピドーまで送信する為、後述のように中継局も用いた新たな回線を構成する。

バゴー管区 OCC では、この「運行表示盤」により列車在線表示を適切に把握して運行ダイヤの監視や変更の指示などを行う事が重要な業務である。この為当日ダイヤの表示を行う「運転表示卓」、列車順序の変更や臨時列車の入力、列車番号の変更の出来る「指令操作卓」をバゴー管区 OCC の指令卓に設ける。また運行表示盤の表示画面は、運転表示卓や指令操作卓でも表示出来るようにして、指令員が手元で列車番号等細かい情報を得られる設備を構成する。これにより、効率的な列車運行管理の設備と体制を整える。更に基本ダイヤの作成と、基本ダイヤを元に運転計画を反映した当日ダイヤを作成する為に「ダイヤ作成装置」を、また当日の列車の運行結果である実績ダイヤを印刷する「実績ダイヤ印刷装置」をバゴー管区 OCC にそれぞれ整備する。これら表示や操作をおこなうものはバゴー管区 OCC に設置して、OCC 指令員により操作される。その他の設備動作に必要な機器、及び電源装置は、隣接して新しく設置する信号機器室に設置する。



出典：調査団作成

図. 3-33 ヤンゴン中央駅内バゴー管区 OCC 機器配置図

次に管区内の列車在線位置を取得する設備として、管区内の信号扱いのある各駅に TMS 駅装置を設置する。信号扱いのある各駅には既設光ケーブルの光成端箱があり、列車在線

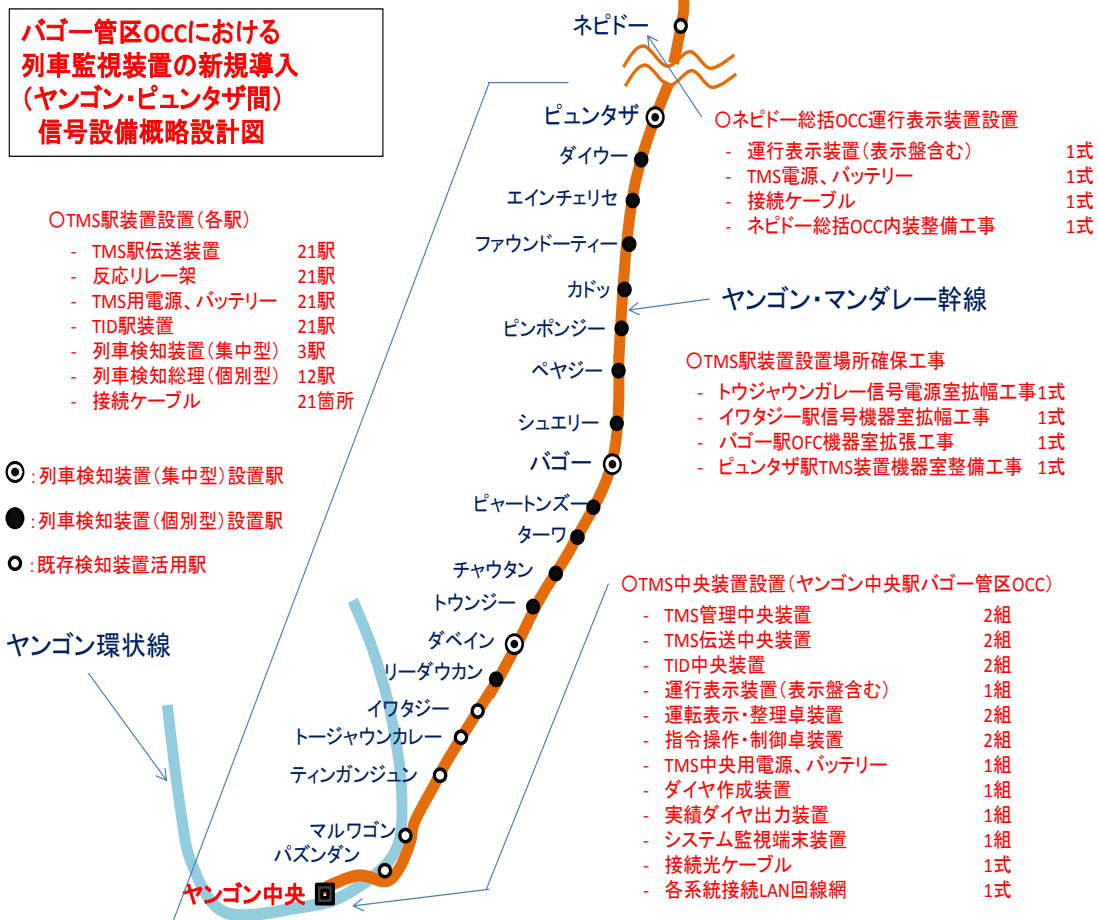
位置取得の為の伝送路構成が容易である。また将来の信号・進路制御の集中化を想定した上で、各駅に TMS 駅装置を設置する。ただしエインチェリセ駅は光成端箱がない為、既存の光ケーブルを引き込んで光成端箱を設置する為の工事を行う。各駅光ケーブル CTF から伝送部まで新たに光伝送路を構成する。

TMS 駅装置は列車在線位置を各装置から収集するリレー部、それを TMS システムに取り込む処理部、光伝送路と接続して情報の送受信をおこなう伝送部によって構成される。基本的に列車検知装置や連動装置からの情報収集、または将来的な進路制御情報の送信などは、リレーを介して行う。ただしヤンゴン中央駅は電子連動装置を同時に整備する為、シリアルインターフェイスを用いて情報の送受信を行う。TMS 駅装置は既存の信号機器室、OFC 機器室に設置する。設置場所が足りない一部の駅は機器室の拡張や空き部屋を転用して設置場所とする。これら機器整備の為、トージャウンカレー駅、イワタジー駅、バゴ駅、ピュンタザ駅、ネピドー総括 OCC においてそれぞれ機器室整備工事を実施する。また既存の信号機器室のうち、ペヤジー駅、ピンポンジー駅、カドッ駅、ファウンドーティー駅各信号機器室の内屋根を修繕する。

リーダウカン駅からピュンタザ駅の各駅は、現在列車検知装置が設置されていないか、もしくは設備が設置されていても動作していない。これら各駅に列車が進入あるいは進出したかを検知する為、列車検知装置を新たに設置する。各駅の上下両場内信号機近辺に、上下線とも列車検知部を設けて、その駅に列車が進入した、またはその駅から列車が出たかを検知して、TMS 装置に取り込む。TMS は管区内で列車が各駅構内か、もしくは駅中間に在線しているかを運行表示盤に表示する。なお、バゴ駅とピュンタザ駅は駅構内の列車進入経路が多い為、駅構内のどの進入経路に列車が入ったか判定する列車検知もおこなう。

これらの設備を用いて管区内の列車位置は運行表示盤に表される。一方各駅でも次に接近する列車の位置、及び自駅を出発した列車が隣駅まで達したかなど、確認する必要がある。管区内の列車位置を各駅で確認する為、列車在線位置表示端末 (TID) を設ける。この TID 端末は在線表示の他、列車の運転や時刻変更、順序変更などの運転情報を各駅に確実に周知する運行情報端末としての役割も持つ設備となる。TID 端末は TMS 駅装置と情報を送受信して TMS 機器と接続される。TID 端末は専用のラップトップコンピュータを使用する。運転取扱いに関わる機器として扱い、扱い者を信号でこと同様に制限する必要がある。

以上のように TMS 装置の基本構成を定めて、設置において必要な箇所を調査した。TMS 装置の設置内容を、図.3-34 に示す。



出典：調査団作成

図. 3-34 ヤンゴン駅ピュンタザ駅間の列車集中監視装置導入範囲と工事内容

これらのようにそれぞれの役割を持った TMS 装置を設置する。これらの装置を使用して管区指令を中心とした近代的な運行管理を行う為には、設備導入と共にバゴ-管区指令員の取扱いも重要である。TMS 装置を用いた指令中心の運行管理の方法は十分に訓練して成熟した取扱いをしなければならない。またこの指令中心の運転取扱いは今後各管区指令に導入して取扱いを統一しなければならない。それには TMS 装置を取り扱う事が出来る司令員を恒常的に訓練して増やさなければならない為、実働の TMS 装置とは別に訓練用の TMS 装置を設ける。これにより実際の列車運行に支障する事なく TMS 装置の取扱いを訓練出来る。TMS 装置の有効な使用とミャンマー国鉄への浸透を深める為に必要な TMS 訓練装置を同時に整備する。

通信設備は、ヤンゴン中央駅バゴ-OCC からネピドー駅統括 OCC 間に TMS 情報を表示するデータを伝送できる装置及び音声を伝達できる装置の設置を行う。

ヤンゴン中央駅には、光ケーブル用 (Optical Fiber Cable、OFC) 機器室から TMS 中央

装置向けに光ケーブル設置を行う。また、今後はバゴ管区 OCC 輸送指令員と各駅ステーションマスター間は迅速かつ確実な連絡が求められるため、OCC 輸送指令員が直ちに各駅に情報を伝達できるよう、直通電話の設置を行う。

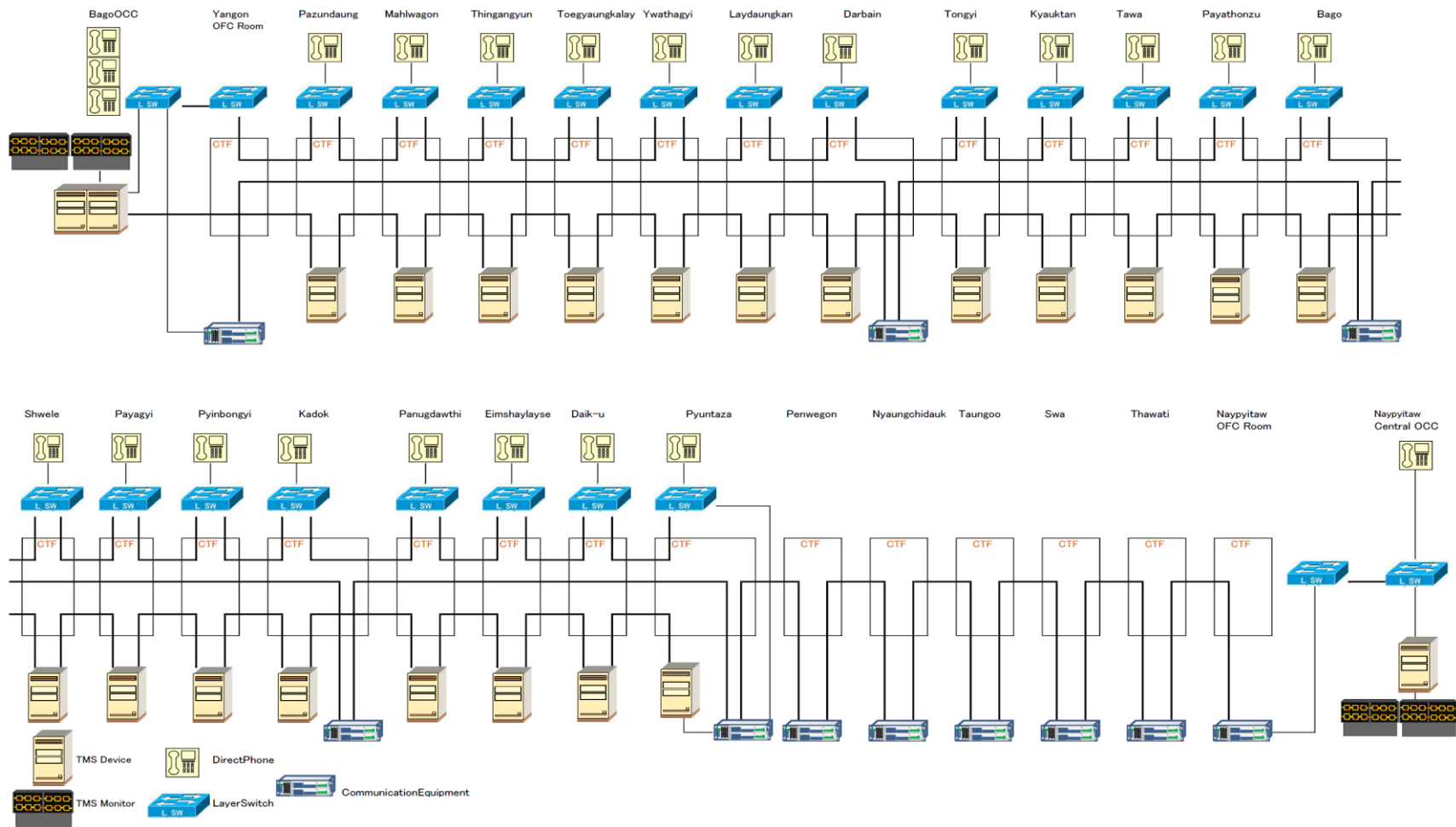
パズンダン駅からピュンタザ駅までの 20 駅には TMS 駅装置が設置される場所に、OFC 機器室から光ケーブルの敷設を行う。また、各駅ステーションマスター室に直通電話の設置及び OFC 機器室に音声を伝達できる装置の設置を行う。ネピドー駅では OFC 機器室伝送装置から統括 OCC まで光ケーブルの設置を行い、統括 OCC へ TMS 情報表示及び直通電話を設置する。

ヤンゴン中央駅からネピドー駅間は、ヤンゴン中央駅とピュンタザ駅で TMS 情報と直通電話の多重化を行う伝送装置を設置する。総距離が約 375km に及ぶため、中間の 9 駅、ダベイン、バゴ、カドッ、ピュンタザ、ペヌエゴン、ニャウンチーダウ、タウンゲー、スワ、ターワティ駅に伝送装置の設置を行い情報伝送を行う。また、ヤンゴン中央駅及びネピドー駅にはバックアップ機器の設置も行う。

ヤンゴン中央駅からピュンタザ駅に設置する直通電話は IP 電話方式とし各駅には IP 電話が通話可能なレイヤースイッチを設置する。また、ヤンゴン中央駅及びネピドー駅にはバックアップ機器の設置も行う。

エインチェリセ駅では現在光ケーブルが配線されていないため、埋設されている既存の光ケーブルを掘削し、割入れを行うことで、新たに光ケーブル敷設を行う。また、それに伴う OFC 機器室の環境整備及び光成端箱（CTF）等の通信設備の設置を行う。

今回設置する通信機器の保守を行うため、電子計測器を各ディビジョンに導入する。



出典：調査団作成

図. 3-35 列車集中監視装置設置に伴う通信設備系統図

列車集中監視装置の電源については、ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅は、ヤンゴン駅電源室より供給する。

マルワゴン、トージャウンガレー各駅は、市中電力と発電機による予備電源により電力供給されているために、既設電源から分岐し供給する。(ケース 1)

ティンガンジュン、イワタジー各駅は、市中電力とマルワゴン、トージャウンガレーそれぞれの駅からの予備電源により電力供給されている。既設の 660V からの降圧変圧器の容量に余裕が無いため、新規に降圧変圧器を追加設置する。(ケース 2)

リーダウカン、ダベイン、トウンジー、チャウタン、ターフ、ピャートンズ各駅は、既設市中電力、または、新規引込み市中電力と、SSI 施策により設置される予備電源により電力供給されるために、既設電源から分岐し供給する。(ケース 1)

バゴー、ペヤジー、ピンポンジー、カドック、ファンドーティ、ダイウー各駅は、市中電力と新設するディーゼル発電機の切替で電源を確保する。発電機は建屋外とする。(ケース 3)

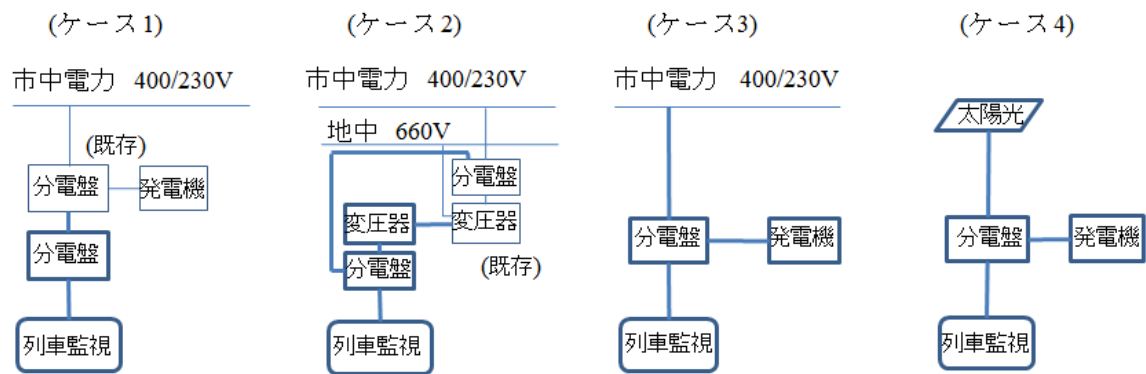
ピュンタザ駅は、市中電力と新設するディーゼル発電機の切替で電源を確保する。発電機は駅本屋内に設置し、排気筒を設ける。(ケース 3)

シュエリー、エインチェリゼ駅は、市中電力が無いために太陽光発電装置を設置する。充電不足に対応するためにディーゼル発電機を設置する。発電機は建屋外とする。(ケース 4)

ペヌエゴン、ニャウンチーダウ、タウンゲー、スワ、ターフティ各駅は、消費電力の増加が少量のために、既設の光通信装置から分岐し供給する。

ネピドー駅は、市中電力とディーゼル発電機により電力を供給している。既設発電機の供給余力が少ないために、ディーゼル発電機を現電源室に新設し排気筒を設ける。(ケース 3)

ディーゼル発電機を設置する駅では、配電線、引込線の張替または増設により電線での電圧降下を低減する。



出典：調査団作成

図. 3-36 列車検知装置の電源の概要

表 3-13 に列車集中監視装置（TMS）の主要機材を示す。

表. 3-13 列車集中監視装置（TMS）の主な工事材料

機材名	主要構成機材	単位	数量	使用目的
列車集中監視装置（中央装置）	管理中央装置	組	2	相互補完二重系
	伝送中央装置	組	2	
	TID 中央装置	組	2	
	運行表示装置	式	1	
	運転表示・整理卓	組	1	
	指令操作・制御卓	組	1	
	ダイヤ作成装置	組	1	
	実績ダイヤ出力装置	組	1	
	システム監視端末装置	組	2	
	電源装置	組	1	
	停電時用バッテリー	組	1	
	接続光ケーブル	Km	2	
TMS 駅装置	TMS 駅装置	組	21	
	反応リレー架	組	21	
	TMS 駅装置用電源装置	組	21	
	各駅 TID 装置	組	21	
	リレー架用ケーブル	式	1	

機材名	主要構成機材	単位	数量	使用目的
列車検知装置（機器集 中型バゴースターション用）	中央列車在線判定装置	組	1	
	車軸検知用センサ	組	24	
	計数・中継器	組	24	
	中継器用器具箱	組	5	
	センサ接続ケーブル	式	1	
列車検知装置（機器集 中型ピュンタザ駅用）	中央列車在線判定装置	組	1	
	車軸検知用センサ	組	21	
	計数・中継器	組	21	
	中継器用器具箱	組	5	
	センサ接続ケーブル	式	1	
列車検知装置（機器集 中型ダバイン駅用）	中央列車在線判定装置	組	1	
	車軸検知用センサ	組	11	
	計数・中継器	組	11	
	中継器用器具箱	組	4	
	センサ接続ケーブル	式	1	
列車検知装置（機器個 別型エインチェリセ 駅用）	地点式列車検知装置	組	6	
	検知装置接続ケーブル	km	2	
	検知装置用電源装置	組	2	
	現場設置用器具箱	組	2	
	センサ接続ケーブル	式	1	
列車検知装置（機器個 別型その他各駅）	地点式列車検知装置	組	44	
	検知装置接続ケーブル	km	22	
	検知装置用電源装置	組	22	
	現場設置用器具箱	組	22	
	センサ接続ケーブル	式	1	
TMS ネピドー総括 OCC 用運行表示装置	運行表示装置	式	1	
	電源装置	組	1	
	停電時用バッテリー	組	1	
	電源接続ケーブル	Km	1	

出典：調査団作成

表. 3-14 に TMS 設置工事におけるヤンゴン中央駅からネピドー駅における通信主要設備の主要機材一覧を示す。

表. 3-14 列車集中監視装置（通信装置）の主な工事材料

機材名	主要スペック	単位	数量	使用目的
長距離 伝送装 置	伝送容量：1Gbps 以上 適用心数：1 心双方向 適応光ファイバ：SMF（ITU-T G.652 準拠） 入力電圧：DC-48V 環境条件：温度：5～40℃ / 湿度：10～85%(非結露)	組	13	ヤンゴン ーネピド ー間通信 用
レイヤ ースイ ッチ	ポート：1000BASE-SX/SX2/LX/BX/LH/T 2 以上 10BASE-T/100BASE-TX 4 以上 適用心数：1 心双方向 適応光ファイバ：SMF（ITU-T G.652 準拠） 入力電圧：AC200～240V 及び DC-48V 環境条件：温度：5～40℃ / 湿度：10～85%(非結露)	組	27	直通電話 通信用
光成端 箱	接続形態：融着+コネクタ接続ケーブル付 最小接続数：24 心	個	22	光ケーブ ル成端用
直通電 話	電話機相互間で一斉、群又は、個別の選択呼出がで き、放送と通話ができる機能を持つ。	個	25	OCC と の連絡

出典：調査団作成

発電機は、負荷装置との整合や騒音を考慮して選定する。表. 3-15 に TMS 設置工事におけるヤンゴン中央駅からネピドー駅における電源設備の主要機材一覧を示す。

表. 3-15 列車集中監視装置の主な電源設備材料

品目	品形	単位	数量	記事
ディーゼル発電機	単相 200V 10 kVA 級	台	2	
ディーゼル発電機	単相 200V 5 kVA 級	台	8	
太陽光発電装置	3 kW 級	台	2	
変圧器	単相 660V:230V 5 kVA	台	2	
電線	CV ケーブルほか	m	1,458	
分電盤	各種	台	22	

出典：調査団作成

3-2-3 施工計画及び調達計画

(1) 施工方針及び調達方針

① 施工方針

各コンポーネントにおける施工の基本方針、及び技術者派遣を要する事項を以下に示す。

i) 電子連動装置更新（ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中制御）

- ・運用を考慮し、駅扱所と新 OCC は同一部屋に構築する。
- ・ヤンゴン中央駅用電子機器はヤンゴン駅の 3F に設置するため、クレーンによる搬入を計画する。
- ・パズンダン駅用電子機器を設置する機器室は新設する。
- ・電子機器は転倒防止（アンカー留等）を図る。
- ・現場設備（信号機、転てつ器等）は全て交換する。
- ・転てつ器は順次交換を行い、使用開始する。
- ・信号機は建立可能箇所に設置し、一斉に使用開始（切換）する。
- ・駅構内において線路脇に設置するケーブルは埋設を基本とする。
- ・新設設備用の専用電力回線を確保し、バックアップ用の発動発電機も設置する。

【技術者派遣を要する事項】

- ・電子機器の動作確認試験、機能確認試験
- ・機器間伝送確認試験
- ・現場設置設備取付調整
- ・機器の初期操作指導

ii) トーダウンカレー・イワタジー間チャンシッター踏切への自動警報装置の導入

- ・「鉄道安全性・サービス向上プロジェクト（技術開発プロジェクト）」による踏切道の軌道整備と連携し、施工を実施する。
- ・踏切遮断機の設置に伴い、支障する電力会社の電化柱の移転（新設/撤去）の事前調整は MR が電力会社と行う。また、支障移転は工程の初期に実施する。
- ・線路脇に設置するケーブルは埋設を基本とする。
- ・新設設備用の専用電力回線を確保し、バックアップ用の発動発電機も設置する。
- ・線路脇に設置する機器の設置環境が不良（のり面による傾斜等）の場合は土留基礎を設置する。
- ・新設設備用の専用電力回線を確保し、バックアップ用の発動発電機も設置する。

【技術者派遣を要する事項】

- ・（技術者派遣は不要）

iii) ヤンゴン・ピュンタザ間における列車監視装置の新規導入

【施工方針】

- ・運用を考慮し、駅扱所と新 OCC は同一部屋に構築する。
- ・新 OCC 用電子機器はヤンゴン駅の 3F に設置するため、クレーンによる搬入を計画する。
- ・電子機器は転倒防止（アンカー留等）を図る。
- ・幹線道路から駅まで通じる道路が狭隘の場合は列車を利用した資機材の搬送を計画する。
- ・設置するケーブルは埋設、架空を基本とする。
- ・線路脇に設置する機器の設置環境が不良（のり面による傾斜等）の場合は土留基礎を設置する。
- ・新設設備用の専用電力回線を確保し、バックアップ用の発動発電機も設置する。また、専用電力回線の確保が困難な駅では太陽光発電設備の設置を計画する。

【技術者派遣を要する事項】

- ・電子機器の動作確認試験、機能確認試験
- ・機器間伝送確認試験
- ・機器の初期操作指導

②調達方針

本プロジェクトで導入する主要機器は鉄道分野の専門機材であり、現地製品は無い。電子連動装置、中央監視装置、自動踏切については主要な機材は日本製品となる。運営・維持管理状況、MR の技術水準、経済性、施工性、施工期間等の調査結果を踏まえて最も有利な機材を選択する。

木製品、コンクリート、鉄筋、電源計画関係資材については、「ミ」国内の調達可能である。ただし、「ミ」国内産品の場合規格・基準が無く、また品質管理が十分ではなく、品質にばらつきがある。このことから流通している第三国製品からの選択肢も検討する。

調達実施にかかる日本と「ミ」国の負担範囲の方針としては次の通りである。

日本側負担範囲として、日本及び現地での機材調達、梱包、海上輸送、荷揚港から各サイトでの内陸輸送、機材の開梱、搬入、据付・組立、調整・試験および初期操作・運用指導を行うものとする。

「ミ」国側負担範囲としては、免税、通関手続き、銀行取極、便宜供与、工事許可取得のサポート、既存機材の撤去、設置スペースの確保、音声専用線確保、TMS のための光ケーブル心線確保等である。

(2) 留意事項

①施工方針

当プロジェクト実施において、「ミ」国の法規や MR 内部規程、及び地域的特性を考慮した施工に関する留意事項は現状想定されない。

②調達方針

本プロジェクトで導入する各システムの資機材の設置場所はヤンゴン・マンダレー沿線もしくは線路上に位置し、一部の駅区間はアクセス道路が十分に整備されていないことがあるため、資機材の輸送手段としては MR との調整の上で列車での輸送が妥当であると考えられる。設置資機材の仮置き場及び倉庫に関しては、MR の既存施設及び倉庫の利用許可を要請する。

本プロジェクトは無償資金協力事業であるため、日本法人コンサルタントが「ミ」国政府と調達監理契約を結び、本計画の機材調達及び工事用入札書類の作成とともに工事の調達監理業務を行う。そして、機材調達業者は、コンサルタント作成の仕様書に従って、機材の設計、製作、工場試験、輸出梱包及び輸送を行うのに加えて、現場の据付工事及び試験を指導し、各機材の設置後の性能を検証する。

(3) 相手国との施工区分

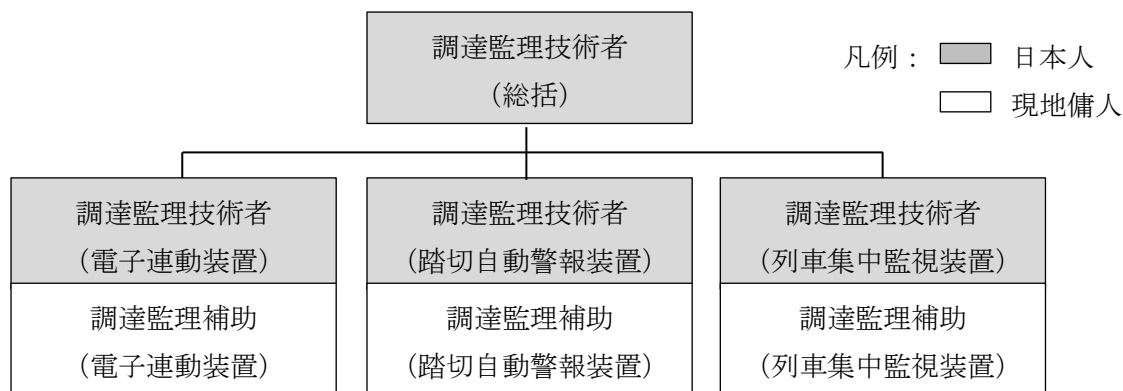
当プロジェクトにおける、相手国依頼事項を以下に示す。

- ・バゴ管区 OCC、及びヤンゴン駅、パズンダン駅扱い所用スペースの確保
- ・ネピドー本社 OCC 用機器設置スペースの確保
- ・パズンダン駅機器室用設置場所の確保
- ・各駅における信号機器、通信機器、電源機器設置場所の確保
- ・ヤンゴン中央駅からネピドー駅までの TMS 用に使用する光芯線の確保
- ・直通電話に使用する音声専用線 STM 回線の確保
- ・チャンシッター踏切電化柱の移転調整
- ・ヤンゴン駅において資機材を保管する場所の確保
- ・ヤンゴン駅における電力回線確保における電力公社との事前協議
- ・新設時の立会、及び設備訓練時の要員確保及び立会
- ・ヤンゴン駅、パズンダン駅の既存連動装置等撤去
- ・踏切における撤去（既存ゲート、既存ゲートシグナル等）

(4) 監理計画

①施工監理計画

鉄道信号システムは非常に特殊性が強いため、各コンポーネントにおいて鉄道信号技術を有するコンサルタントの能力を活用すると共に、横断的に全体を管理する管理者も配置する。



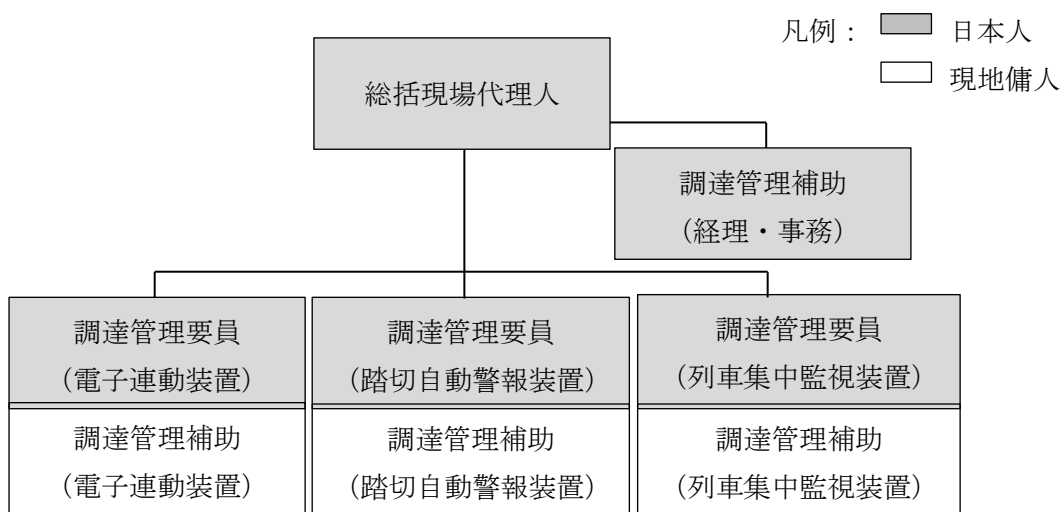
出典：調査団作成

図. 3-37 施工監理計画 (コンサルタント)

②調達監理計画

主要機器の図面承認確認、現地担当機関との事前確認、製品検査の立会、出荷前検査の立会、船積み前機材照合検査の第三者機関への委託・立会を行う。工事進捗に合わせた出来形の確認、調達業者（またはメーカー）による初期操作指導の立会、随時行われる検収・引き渡しの立会を行う。

調達監理の組織図を以下に示す。



出典：調査団作成

図. 3-38 調達監理組織図

引渡し 1 年後に完成検査を行う。コンポーネントごとの所要日数については、下記のように想定する。

- ・電子連動装置：現地検査 5 日（ヤンゴン駅 3 日、パズンダン駅 2 日）、往復 2 日、国内での報告書作成 3 日。
- ・踏切自動警報：1 箇所のみでの検査となるため、便宜的に他コンポーネントの施工時に実施。
- ・列車集中監視：現地検査 11 日（22 駅/1 日 2 駅）、往復 2 日、国内での報告書作成 2 日。

また、調達監理業務の補佐として現地傭人技術者（調達監理補助）を各コンポーネントに配置する。

表. 3-16 コンサルタンの調達監理人月表

		国内業務(人月)	現地業務(人月)	渡航(回)	
調達 監理	日本人	総括		4.73	9
		調達監理技術者(電子連動装置)		21.23	3
		調達監理技術者(踏切自動警報装置)		6.73	1
		調達監理技術者(列車集中監視装置)		19.16	3
		検査技術者	0.40		
	現地傭人	調達監理補助(電子連動装置)		21.23	
		調達監理補助(踏切自動警報装置)		6.73	
		調達監理補助(列車集中監視装置)		19.16	

出典：調査団作成

(5) 品質管理計画

電子連動装置、及び列車集中監視装置はプログラム制御による鉄道信号システムであるため、システムの各種動作確認等はメーカー技術者により実施する。また、通信回線の品質確保においてもメーカー技術者により通信対向試験等を実施する。

施工においても安全、かつ正確な機材据付を実施するために日本人据付技術者を配置する。

(6) 資機材調達計画

調達方針で述べたとおり、主要な機材は日本製品となる。

現地調達資機材として、以下の項目を予定しているため、その理由等を述べる。

- ①機材据付け関係資材、建築関係部材等：

通信設備敷設のためのハンドホールやケーブルラック等、また、機材据え付けのための基礎や小屋・機器室新築・増改築等にかかるコンクリート、鉄筋等の資材や建築関係部材等は現地での資材流通、建設工事規模、技術水準等から判断して、現地製品の使用が可能である。

②電源計画関係資材：

現地では、発電所用、産業用、末端用変圧器や送電に関する製品等を各種製作する企業がある。電柱、電柱腕金、受電接続箱、分電盤、電源切換盤については、現地調達が可能である。

主要な機材の交換部品、消耗品に関しては、調達機器はメーカー瑕疵担保期間を1年とし、その期間製造会社は無償で機器の故障修理などの不具合対応を実施する。調達機器の交換部品については、雷や大雨等の自然災害による偶発故障を考慮し、基本充当期間は1年とする。

(7) 初期操作指導・運用指導等計画

本事業にて調達される機器は基本的に既存機器と同等以上の機能を有するが、操作方法や維持管理方法が異なり、また新たな機能を有するため、初期操作指導は必須である。従って、機器の初期操作指導は、製造業者が日本または製造国より派遣する技術者により、実際に業務に携わるMRの職員及びその管理者を対象にOJTによって実施する。なお、指導にあたる技術者は、当該機器の調整または試験の実施経験を有する技術者である事を原則とする。

連動装置については、駅信号扱所の職員を対象とした実際の連動端末による信号設定や、メンテナンス職員を対象とした障害時の判定方法の指導、実機を使用したICボードやリレー類の交換訓練、必要な電圧電流測定を中心に行う。現場機器については、LED信号機のユニット交換、電気転てつ機の密着調整やロック調整等を指導する。ヤンゴン中央駅とパズンダン駅について、機材の据付終了後、それぞれ4ヶ月の指導期間を想定する。

踏切については、踏切制御子やバックアップ装置の設備確認、実機による遮断機のウェイト調整ならびに遮断かんの取替え方法を指導する。指導期間は据付工事終了後1ヶ月間を想定する。

列車集中監視装置については、OCCの指令員を対象に、実際の表示端末により列車在線位置ならびに列車番号を確認出来るよう指導する。合わせて、ダイヤや列車番号の入力を滞りなく行えるようにする。メンテナンス職員に対しては、障害時の判定方法の指導、実機を使用したICボードの交換訓練、電源装置や列車検知装置の設備確認を行う。指導期間は据付工事終了後2ヶ月間を想定する。

(8) ソフトコンポーネント計画

ソフトコンポーネントは、下記3メニューにて実施する。

本活動は鉄道設備を対象とした取り組みであり、信号設備の保全に関するノウハウを有する者が実施することが有効と考えられる。また日本国内では踏切に関する啓発活動が定期的に行われており、それらのノウハウを有効にミャンマー国鉄に移転することが必要である。これらの観点から、ノウハウを有する受注コンサルタントによる直接支援とする。

① 設備検査ルール等の策定支援

新たに導入する設備を対象に、検査担当者によるバラツキのない水準の検査を定期的実施するルールを定め、検査表を作成する。ルールに基づく検査運用を確立することによって、設備の劣化の予防をし、交換部品使用の低減につなげ、維持管理費用の削減を図る。MRの信号通信部門の職員を支援対象とし、特に管理者層に対しては検査データの保管及び分析の運用について、検査実施者に対しては検査ルールの理解及び記録方法について重点的に指導する。

(ア) 実施に必要な技術・業種

実施側においては、新規に導入する設備に関して維持管理に関する知見を有することが求められる。特に、実際に設備を維持管理する鉄道事業者もしくは維持管理受託業者としての経験を有することが望ましい。

(イ) MRにおける現状と必要とされる水準

現在、MRにおいては信号設備の定期的な検査は一部行われてはいるものの積極的には行われておらず、故障発生後にその都度データ測定及び原因究明を実施している状況である。また測定したデータも検査担当者が個人的にメモ帳に記録している程度で、MRとして体系的に記録・保存できていない。そのため、故障の前兆や設備の劣化傾向を把握することができていない。

そのため、ルールにおいて定めた内容及び周期に基づいて定期的検査を実施し、その記録を保管する運用を整えることで、故障の前兆や設備の劣化傾向を察知することを可能にする。

(ウ) 対象者

MRの信号通信部門の職員を対象とする。特に管理者層に対しては検査データの保管及び分析の運用について、検査実施者に対しては検査ルールの理解及び記録方法について重点的に指導する。

(エ) 実施方法

- i) 設備検査に対する具体的内容、周期、要点について定め、検査項目ならびに検査表を作成する。検査項目については、電子連動装置で「連動装置本体」「列

② 踏切通行者に対するマナー啓発活動

踏切の通行者及び自動車ドライバーを対象に、マナー啓発活動を実施する。特に今回設備を導入する踏切の近隣には学校があるため、学生を対象とした啓発活動を実施することにより、今回の新設備導入をきっかけとした踏切における安全な横断の定着を図る。ひいては、危険な直前横断を防止することで列車の安全安定運行を実現し、また、危険行為による踏切設備の破損を防止することで維持管理費用の無用な増大を防ぐ。

(ア) 実施に必要な技術・業種

実施側においては、同種の啓発活動の経験を有することが求められる。特に日本においては、国土交通省の地方運輸局や、鉄道事業者による「踏切事故防止キャンペーン」が行われており、その知見を活かすことが望ましい。

(イ) ミャンマーにおける現状と必要とされる水準

現在、ミャンマーにおいて、踏切における直前横断、しゃ断中の横断等が日常的になっている。その原因として、しゃ断による待ち時間に対するストレスや、列車の速度が遅いことため列車に衝撃することが無いといった過信がある。そのため、直前横断する自動車としゃ断かんが衝撃し破損するおそれがある。時にはしゃ断機にまで破損が及ぶことがあるため、MR の維持管理費用の増大につながる。また、将来の速度向上の際の妨げとなり、安全・安定運行の確保が困難になる。

そのため、警報開始後及び警報中は横断しないというルールを周知し、踏切通行者及び自動車ドライバーが遵守する必要がある。

(ウ) 対象者

近隣住民、特に踏切通行者、自動車ドライバー、近隣の学校に通学する学生を対象とする。

(エ) 実施方法

- i) 踏切におけるマナー向上を達成するために、国内で成功を納めた事例について、「踏切事故防止キャンペーン」を実施した鉄道事業者等よりヒアリングを行い、チラシは大人用と子供用で分けるなど、より効果的な配布チラシの作成を行う。更に活動の効果を挙げるため、国内作業にて現状を把握するためのアンケート作成を行う。
- ii) 現状の踏切におけるマナー状況について確認を行うとともに、近隣学校の生徒や踏切通行者に対して、i)で作成したアンケートに基づき調査を実施し、現状の把握を行う。
- iii) ii)に基づき、踏切におけるチラシ配布活動や近隣学校における訪問授業等の具体的活動の詳細を定める。

- iv) 踏切の使用開始にあわせて、チラシ配布活動や近隣学校への訪問授業を行う。
- v) 活動後、踏切におけるマナー状況の確認を行うとともに、再度近隣学校の生徒や踏切通行者に対して再度アンケート調査を実施し、効果を確認する。

表. 3-18 「踏切通行者に対するマナー啓発活動」実施工程（案）

内容	月数											
	1				2				3			
踏切通行者に対するマナー啓発活動												
鉄道事業者ヒアリング、配布チラシ・アンケート制作												
踏切でのチラシ配布活動 踏切近隣学校における訪問教育												
事後アンケート調査・集計												
MRへの活動報告及び今後の踏切啓発活動に関する依頼												
実施報告書の作成												

国内業務
 現地業務

出典：調査団作成

③ 駅の信号設定訓練及び運行管理要員の指導

ヤンゴン中央駅ならびにパズンダン駅の駅信号扱所の職員及びバゴ-管区 OCC の列車指令員を対象に、訓練装置を活用した駅の信号設定ならびに運行管理業務の指導を行う。その結果、運転状況に応じた信号機の進路設定、駅や乗務員と連携した円滑な指令業務を行えるようになることをめざす。

(ア) 実施に必要な技術・業種

実施側においては、鉄道事業者などの信号扱所での業務経験ならびに列車運行管理経験のあることが望ましい。

(イ) MR における現状と必要とされる水準

現在、ヤンゴン中央駅では約 40 年前に設置された電気継電連動装置が稼働しており、信号機や転てつ機の扱いは集中されているが、信号機と転てつ機のレバーがそれぞれ単独で設置されており、今回導入する電子連動装置の扱いは大きく異なっている。また、OCC では、各駅と OCC 間を通信する無線装置が設置されているだけであり、線区全体を監視する装置は無い。そのため、運行実績の記録が指令員の実質的な業務となっており、運行管理は駅が主体となっており行われている。本来の OCC が担うべき線区全体の運行状況を一元管理し適切な指示を行っていない現状である。

(ウ) 対象者

ヤンゴン中央駅ならびにパズンダン駅の駅信号扱所のMR職員
バゴー管区OCCのMR列車指令員ほか運行管理業務関係者

(エ) 実施方法

- i) 駅の信号設定ならびに運行管理要員の指導について、国内にて資料作成を行う。駅の信号設定については、ヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線の進路が競合した場合やダイヤが乱れた際の対応、設備障害時に行うべきことなど、より具体的な内容を記述した資料とする。運行管理業務については、輸送指令が近代化し指令員の役割が大きく変わることを理解できるような資料とする。
- ii) 駅の信号設定ならびに指令業務について、現状の把握を行う。
- iii) ii)に基づき、駅の信号設定ならびに運行管理手法がどのように改善されるのかについて講義を行う。
- iv) 設備の使用開始前に、訓練装置を使用しながら駅の進路設定及び運行管理に対する新運用の指導を実施する。

表.3-19 「駅の信号設定訓練ならびに運行管理要員の指導」実施工程（案）

内容	月数					
	1	2	3	4	5	6
駅の信号設定訓練ならびに運行管理要員の指導						
資料作成(駅の信号設定訓練)	■					
駅の信号設定訓練		■	■	■	■	■
実施報告書の作成(駅の信号設定訓練)			■			
資料作成(運行管理要員の指導)		■				
運行管理業務指導			■	■	■	■
実施報告書の作成(運行管理要員の指導)					■	

□ 国内業務 ■ 現地業務

出典：調査団作成

(9) 実施工程

以下に、主要な3項目についての工程表を示す。

3-3 相手国負担事業の概要

日本国側及び「ミ」国側の負担内容に関する主要項目は、「JAPAN'S GRANT AID」の「Annex: Major Undertakings to be taken by Each Government」に則ることとするが、詳細は下記の通りである。

表. 3-23 日本側と「ミ」国側の負担範囲

負担事項	日本 国負担	「ミ」国 負担
1. 免税処置		✓
2. 通関手数料	✓	
3. 各種工事許可取得のサポート		✓
4. 銀行取極 (B/A)、授權書発行 (A/P) 手続き・手数料		✓
5. 工事監理・検査立会に係る職員の経費		✓
6. 既存資機材等の撤去		✓
7. 機材通関後の仮保管場所の提供		✓
8. 機材本体費	✓	
9. 機材輸送梱包費	✓	
10. 機材搬入・据付・調整・試運転費	✓	
11. コンサルタントの監理事務所及びコントラクターの作業事務所に対する土地の確保		✓
12. 据付工事サイトにおける資機材仮置場の提供		✓
13. 初期操作指導及びソフトコンポーネント実施のための関連機関調整		✓
14. 初期操作指導	✓	
15. 既存光ケーブル 24 心中、TMS のために使用する本数の確保		✓
16. 既存光ケーブル 24 心中、直通電話のために使用する本数の確保		✓
17. TMS 駅装置等を既存の室内に設置する場合の設置場所の確保と準備		✓
18. TMS 設置に際して、既設信号設備の列車検知装置が確実に作動するよう整備		✓
19. 電子連動装置据付、段階施工、調整試運転等に係る切り替え工事		✓
20. TMS 装置据付、段階施工、調整試運転等に係る切り替え工事		✓

負担事項	日本 国負担	「ミ」国 負担
21. 信号通信設備に対する電力確保について、ミャンマー政府による必要な手配の実施		✓
22. 訓練装置の適切な設置場所確保		✓

出典：調査団作成

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトにて整備する設備、機器及びそれらの維持管理項目を表-3-24に示す。各設備とも少なくとも年1回の検査を実施し、劣化状況の把握及び応急処置を実施することで、部品交換の頻度を低減し、保守費のコストダウンを図る。

表. 3-24 維持管理項目と各周期

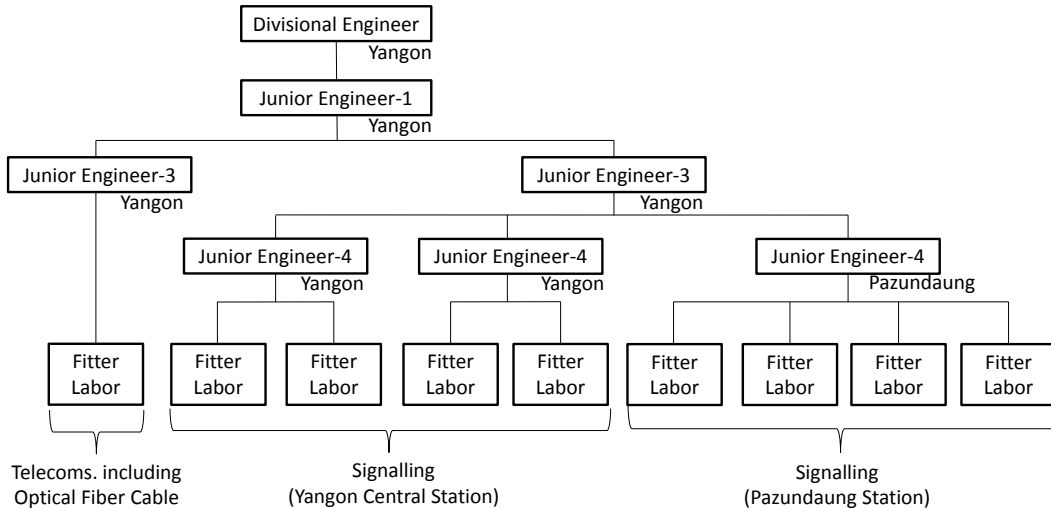
設備名／機器名 (期待寿命)	維持管理項目	推奨頻度		
		毎週	毎月	毎年
電子連動装置 (15～20年)				
連動装置本体	定期検査			✓
	ハードディスク、ディスプレイ、 端末装置等交換			4～5年
	ユニットオーバーホール			10年
列車検知装置	定期検査			✓
色灯／入換信号機	定期検査			✓
電気転てつ機	注油・清掃		✓	
	定期検査			✓
	オーバーホール			8～10年
信号用電源切替器	定期検査			✓
無停電電源装置	定期検査			✓
	ファン交換			✓
	バッテリー交換			3～6年
踏切自動警報装置 (20年)				
踏切制御装置	定期検査			✓
	バッテリー交換			3年
設備名／機器名	維持管理項目	推奨頻度		

(期待寿命)		毎週	毎月	毎年
踏切警報機	定期検査			✓
電気踏切しゃ断機	定期検査			✓
	オーバーホール			10年
ゲートシグナル	定期検査			✓
特殊信号発光器	定期検査			✓
列車集中監視装置 (15～20年)				
中央装置	定期検査			✓
	ハードディスク、ディスプレイ等 交換			4～5年
	ユニットオーバーホール			10年
駅装置	定期検査			✓
	ハードディスク、ディスプレイ等 交換			4～5年
	ユニットオーバーホール			10年
操作端末	定期検査			✓
	交換			5年
列車検知装置	定期検査			✓
伝送装置	定期検査			✓
無停電電源装置	定期検査			✓
	ファン交換			✓
	バッテリー交換			3年
発電機 (20年)				
発電機	燃料補給	✓*1		
	定期検査			✓
	オーバーホール			✓*1
太陽電池 (30年)				
太陽電池	定期検査			✓
	パワーコンディショナ交換			10年
その他				
リレー類	定期検査	各設備に準ずる		
	交換			10年

*1) 運転時間による

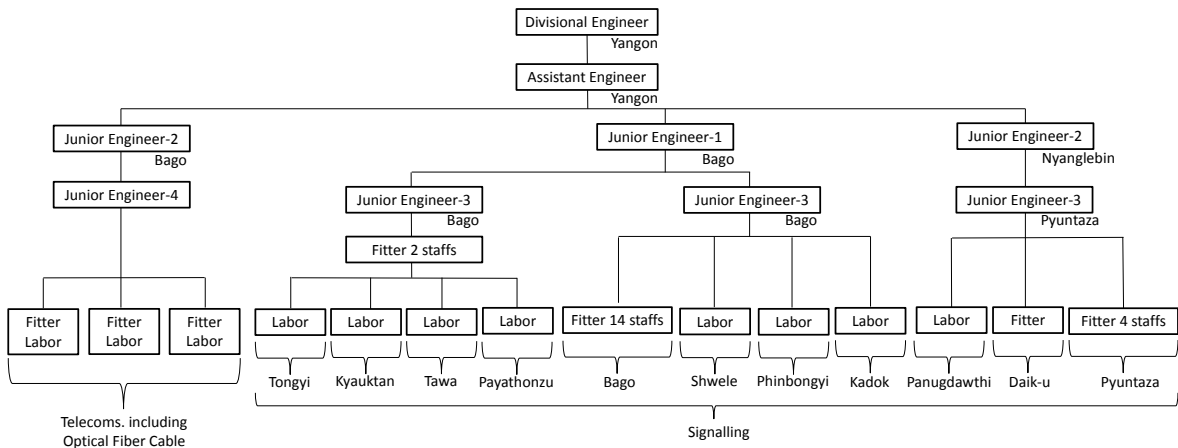
出典：調査団作成

メンテナンス要員及びその体制に関しては、メンテナンス要員には配属箇所に設置されている設備全般に関する知識が求められること、また今回導入する設備の検査頻度が年1回以下であることから、運営維持管理の実施体制、メンテナンス職員数については、MRの信号通信部門に確認の上、現行の通りで実施することにする(図.3-39及び図.3-40)。また、OJT等による導入教育によってメンテナンス要員の維持管理能力向上を図る。



出典：調査団作成

図. 3-39 ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の保守体制



出典：調査団作成

図. 3-40 トウンジー駅～ピュンタザ駅の保守体制

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトは無償資金協力事業で実施される。円滑な事業推進のためには、2013年10月24日の協議にてMRと合意された、相手国負担事項について、着工前、建設中及び引渡し後の各段階における着実な実施が必要である。

(1) 着工前（業者の現場乗り込み時）

- ① 本体及び施工ヤードとして必要な用地取得、支障物件の移設・撤去、電力・水道等の敷設
- ② 本体設備に必要な電力、その他の手配に関わる調整
- ③ 自然環境及び社会環境配慮に関わる必要な調整

(2) 建設中

- ① 輸入資機材に関わる関税の免除、その他事業実施に関わる免税措置
- ② 銀行取極、支払授權書発行など業者支払に関わる手続き
- ③ 建設工事に関わる諸手続き、手配への協力

(3) 引渡し後（運営段階）

- ① 適切な維持管理の実施、必要な予算確保、人員の技術水準維持

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方負担事項

本プロジェクトの全体計画が達成されるためには、運営段階において、本プロジェクトのソフトコンポーネント計画として提言された以下の事項が、MRにより確実に実施される必要がある。

- ① MRの信号通信設備の検査ルール等の策定により、施設・機器の運用、維持管理が確実に実施されるようになる。
- ② 踏切通行者に対するマナー啓発活動の実施により、踏切の安全性向上ならびに輸送障害の削減が達成される。

4-3 外部条件

本プロジェクトの効果を発現・維持するための外部条件としては、以下の事項が挙げられる。

(1) 安定した維持管理予算の確保

本プロジェクトの効果が MR への引渡し後も発現・維持されるためには、安定した MR の組織運営が必要である。しかしながら、2011 年の運賃値上げや、競合する長距離バスのサービス拡充などにより、MR の旅客輸送量は近年減少傾向にある。

MR の経営収支改善のために、鉄道輸送サービス水準の向上、ならびに鉄道駅へのアクセス交通手段の充実など、利便性の向上策が必要である。

(2) 鉄道輸送サービスの向上

鉄道輸送サービスの向上のためには、MR の組織運営能力の向上、ならびに保線技術の向上が欠かせない。本邦技術協力プロジェクト「鉄道安全性・サービス向上プロジェクト」においては資機材の供与や保線作業訓練を行っており、その成果が達成・維持されることが必要である。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

(1) プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの裨益対象は、以下のとおりである。

① 本プロジェクトの実施により、ヤンゴン・マンダレー幹線鉄道およびヤンゴン環状鉄道の輸送効率の改善、将来の輸送容量増加に対応した運行管理の高度化が達成され、ミ国全体の社会経済への裨益が見込まれる。

② チャンシッター踏切の改良により、鉄道利用者のみならず、周辺住民や道路利用者の安全性が向上し、地域住民の生活環境改善に寄与する。

(2) プロジェクトの必要性・緊急性

本調査における MR へのヒアリング及び現地踏査などを通じて、MR が実施している運行管理業務の非効率性、機器の故障リスクの存在、通行者のマナーに関わる問題が確認された。

① ヤンゴン中央駅では連動装置の水没が年 20 回ほど発生しているとのことである。水没により現場装置が操作しない間、手旗信号と手回しハンドルにより進路切り替えを行っている。水没は、ヤンゴン中央駅の地形が窪地となっていることに起因し、抜本的な対策は困難とのことである。

② チャンシッター踏切では、道路利用者への合図は警手が手旗により行っているが、ゲート閉鎖後も、自転車や歩行者が侵入している。チャンシッター踏切に限らず、周辺の踏切でも同様の状況がみられた。

③ 在線位置の把握は、事故あるいは運行障害の発生時にのみ、無線連絡により行っている。列車の位置検知を行う、軌道回路の設置区間も限られた区間のみで、駅到着・出発時に駅長が指令所に連絡している。



出典：調査団作成

図. 4-1 チャンシッター踏切（ゲート閉鎖後に列車の直前を横切る自転車）



出典：MR

図. 4-2 ヤンゴン中央駅構内（洪水時、水位はプラットフォーム直下まで達する）

これらの現状に鑑み、本プロジェクトの緊急性ならびに重要性が高いこと、そして本プロジェクトを無償資金協力で行うことの妥当性について、MR との協議により合意が得られている。

（3）中長期開発計画との関連

MR はヤンゴン～マンダレー間幹線鉄道の改良及び近代化を、新たな事業実施優先事業と位置づけており、本プロジェクトはその一部をなすものである。また、ヤンゴン環状鉄道の改修に関わる本邦緊急支援事業（事業準備調査）も予定されている。

ヤンゴン中央駅～バズンダン駅間の平面交差解消に先立ち、旧式の電気式連動装置を電子連動装置へ更新することで、将来の配線変更への対応も容易になる。

（4）日本の援助政策・方針との整合性

日本の対ミャンマー経済協力方針（2012年4月）において、「持続的経済成長のために必要なインフラや制度の整備等の支援」を重点分野の一つとしている。2012年12月より実施の本邦支援「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」においても、ヤンゴン環状鉄道の近代化を優先事業の一つとして

おり、本プロジェクトはこれらの協力方針と合致する。

本プロジェクトの完成により、先方政府が期待している MR の鉄道輸送効率の改善への寄与、ひいてはミ国の社会経済への裨益が見込まれており、我が国の対ミ国援助方針にも合致していることが、関係機関との協議で確認されている。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

本事業により想定される定量的効果は以下のとおりである。

表. 4-1 定量的評価

指標名	基準値 (2013 年)	目標値 (2016 年) 【事業完成 3 年後】
①列車の在線状況のリアルタイムでの把握	0%	100%
②踏切遮断時間の短縮	86~96 秒	70 秒

出典：調査団作成

(2) 定性的効果

本事業により想定される定性的効果は以下のとおりである。

- ① 将来の列車本数の増加、制限速度の緩和に対しても、運転取扱いが維持できる。
- ② 耐水対策を施すことにより故障リスクが最小化する。
- ③ 機械装置の電子化および冗長構成のシステムによる故障発生時の動作継続を保証する。
- ④ 自己診断機能による故障の発見・復旧の時間短縮により、運行障害の発生リスクが最小化する。
- ⑤ ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の集中連動装置導入により、平面交差箇所における進路設定の効率性が向上する。
- ⑥ 視認性に優れる警報装置の設置により、道路利用者ならびに列車乗務員を含む乗客の安全性が向上する。
- ⑦ 踏切遮断機を電気回路により制御するため、踏切警手の労力が緩和される。
- ⑧ 将来の制限速度が緩和した場合でも、円滑かつ安全な踏切の通行が保証される。

第5章 結語

5-1 おわりに

本プロジェクトは、「ミ」国の鉄道運輸省が本幹線の改良及び近代化を新たな実施優先事業と位置付けられ、この目的をヤンゴン・マンダレー間の旅客輸送を8時間以内にするを目的とする事業の一部を担うプロジェクトである。

この目的を果たすための一部としての本プロジェクト範囲は、下記の3点である。

- (1)ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の連動装置の更新（現場設備やケーブルを含む）
- (2)トージャウンカレー・イワタジー駅間チャンシッター踏切への自動警報装置の導入
- (3)ヤンゴン・マンダレー幹線のバゴ-OCC管区へのTMSの導入

「ミ」国では、本プロジェクト以外では、第1章で述べたように、2000年以降からMRは日本以外の第三国の有償支援を受けて、29駅の小規模駅（乗入れがない駅）の連動装置の更新（更新中を含む）を実施しているが、大駅については、未だ実施されていない。日本国が今回調査を行った、ヤンゴン中央駅及びパズンダン駅の連動装置の更新により近代化が図られるとともに、現在ボトムネックになっている、パズンダン駅の平面交差支障が将来的にクリアされることが見込まれ、目的を達成する非常に大きな力となる。

また、本目的を達成するためだけでなく、チャンシッター踏切への自動警報装置の導入をすることで、安全性の向上が図れる。さらに、TMSの導入により、輸送力の安定化が図れる。すなわち、本目的の非常に重要な役割に加えて、2点の+α要素も含まれるのが、このプロジェクトの成果である。

当然ながら、本プロジェクトは、今回の調査だけで終わるものではない。従って、本調査に出てくる、「ミ」国側の負担事項もあることから、今後プロジェクトの完遂に向け、両国間で密に連携を取っていくことが必要である。

5-2 今後の課題

本プロジェクトの範囲としては、前述で述べた通りではあるが、「ミ」国では、2014年7月現在、3点の本プロジェクトと関係のある鉄道関連開発計画がある。

- (1)ヤンゴン・マンダレー間幹線近代化計画フェーズ1（ヤンゴン・タウンゲー間）
- (2)ヤンゴン環状線の近代化計画
- (3)ヤンゴン中央駅を中心とした駅周辺の再開発計画

という、3点である。

追隨する上記プロジェクトの実施のためにも、本プロジェクトは先行し計画的な実施が求められる。また、共通エリアがあるため、上記プロジェクトとのインターフェイスを取るよう配慮しなければならない。上記プロジェクトにおいても本プロジェクトの内容を理解した上で、計画・施工を進めるよう考慮が必要である。

