

モロッコ国
モロッコ国有鉄道（ONCF）

モロッコ国
国鉄輸送力増強事業（Ⅳ）準備調査
ファイナル・レポート
（先行公開版）

平成 27 年 1 月
（2015 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
パシフィックコンサルタンツ株式会社
日本コンサルタンツ株式会社
株式会社 三菱総合研究所
株式会社 アンジェロセック

基盤
JR(先)
14-251

モロッコ国

モロッコ国有鉄道（ONCF）

モロッコ国
国鉄輸送力増強事業（Ⅳ）準備調査
ファイナル・レポート
（先行公開版）

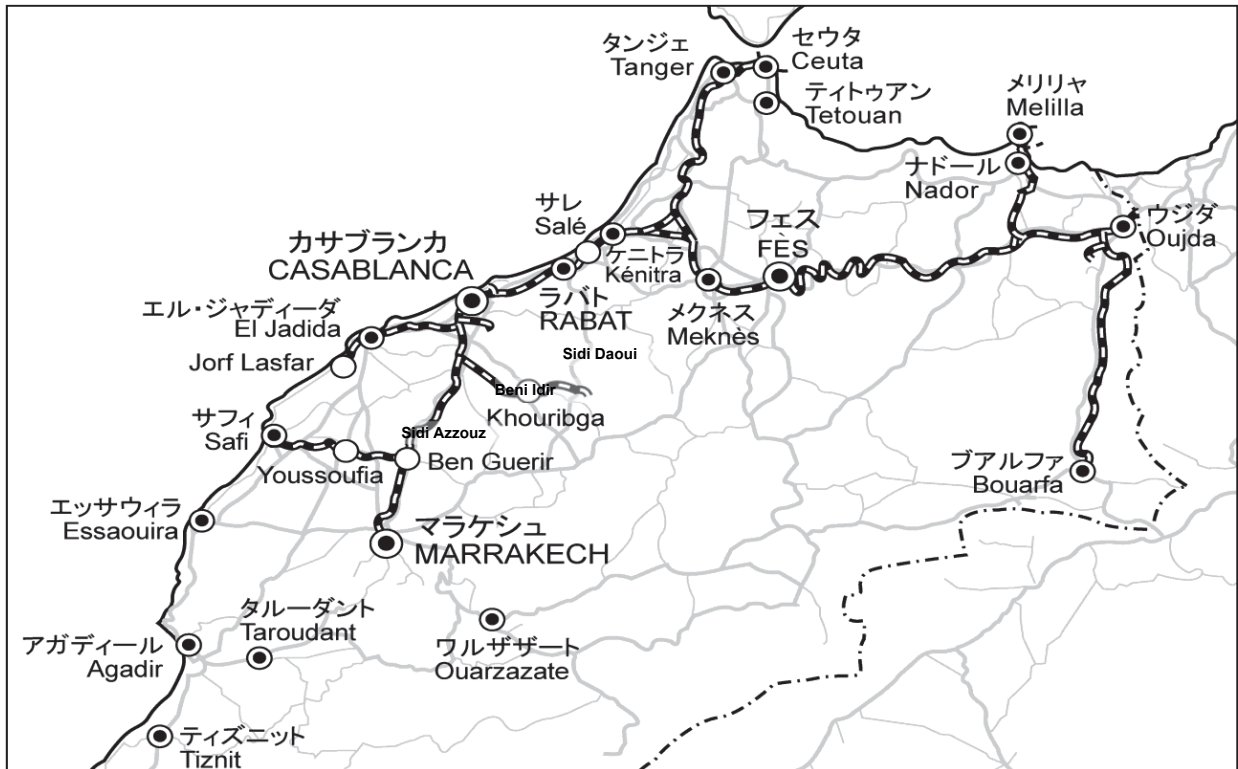
平成 27 年 1 月
（2015 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
パシフィックコンサルタンツ株式会社
日本コンサルタンツ株式会社
株式会社 三菱総合研究所
株式会社 アンジェロセック

US\$1.00 = MAD8.15
US\$1.00 = JPY103.94

(Exchange rate of March 2014)



出典：調査団作成

プロジェクト位置図

要 約

1. プロジェクトの背景

モロッコの運輸セクターは同国の経済発展と共にインフラ整備が進み、2012 年時点で鉄道網の総延長は 2,110km、高速道路網の総延長は 1,630km に達している。鉄道整備状況はエジプト、チュニジアと比べて同水準（64km/百万人）であり、さらなる鉄道分野の発展・整備の必要性は高い。

モロッコ政府は輸出型産業・観光業の振興を目指す計画を策定すると共に、ロジスティクス開発戦略を策定し、自動車貨物輸送から鉄道貨物輸送へのモーダルシフトの推進及び国際海上輸送コンテナの鉄道輸送などの施策を掲げている。従って、今後とも鉄道貨物輸送の増加が見込まれており、その需要増加に対応した鉄道貨物インフラ整備が求められている。

モロッコの鉄道セクターはモロッコ国有鉄道（ONCF : Office National des Chemins de Fer）が主管しているが、約 30 年前に表 S.1 に示す No.1～3 の 3 件の円借款供与を通じて本邦企業により製造・納入された電気機関車 42 両が貨物・旅客事業の発展に貢献してきた。その一方で、老朽化に伴う故障の頻発とともに電力消費の増加及びそれに伴う過量の CO₂ 排出を招いており、これらの電気機関車の更新が必要な状況となっている。更新を行う上で、下記の理由により、新車購入ではなく、貨物輸送に特化した現機関車のリハビリテーションが有効である。

- 施工の際に ONCF の OB 技術者の経験と技術力を活用できる（第 4 章参照）
- 消費電力を削減できる（第 8 章参照）
- CO₂ 排出量を抑制できる（第 8 章参照）
- 新車購入に比べて経済合理性にも優れている（第 9 章参照）
- ONCF がこれまで培った維持管理能力を今後も活用できる（第 7 章参照）

表 S.1 ONCF に対する既往円借款案件

案件名	借款契約日	借款契約額 (百万円)	金利及び 償還期間(据置期間)	備考
1. 国鉄輸送力増強事業	1976/04/27	3,000	3.75% 25 年(7 年据置)	E1100 形式 22 両 貨物輸送用(日本製)
2. 国鉄輸送力増強事業 (II)	1981/09/21	3,618	3.5% 30 年(10 年据置)	E1200 形式 8 両 貨物輸送用(日本製)
3. 国鉄輸送力増強事業 (III)	1983/08/24	4,682	3.5% 30 年(10 年据置)	E1250 形式 12 両 旅客輸送用(日本製)
4. メクネス～フェズ間鉄 道複線化事業	2001/02/06	4,947	2.2% 30 年(10 年据置)	メクネス～フェズ間 57km の複線化

出典：調査団

本調査は、上記 42 両の電気機関車のリハビリテーションを行う必要性・妥当性を検証するとともに、同国の鉄道輸送力の維持・増強、省エネルギー化及びそれに伴う CO₂ 削減を図り、もって同国の物流効率化及び環境負荷の低減に向けた最適な事業計画の検討を行うものである。

2. 事業実施の必要性

モロッコの経済は 2001 年以降、年平均 5% で成長してきており、国際通貨基金（IMF）の予測によると今後も 2018 年まではほぼ 5% の成長が見込まれている。

着実に成長しているモロッコの経済において、運輸セクターの動向を見ると、鉄道旅客輸送は 2012 年の年間輸送人員は 3,600 万人であり、2007 年の 2,612 万人に対し 38% の増加を示している。今後も政府の観光振興の推進及び経済活動の発展に伴う旅客需要の伸びが予測されるが、これに対しては、モロッコ政府及び ONCF は LGV の整備、複線化、電化などの各種計画に既に着手しており、これらによって対応する予定である。一方、鉄道貨物輸送は 2012 年に 3,700 万トンであり、2007 年の 3,590 万トンに対し 3% の増加となっている。

IMF によれば、今後、同国の貿易額は年率約 7% の増加が予測されており、それに伴い貨物輸送量の伸びも推測される。この増加する貨物輸送に関してモロッコ国政府は、ロジスティクス開発戦略に沿って、自動車貨物輸送から鉄道貨物輸送にモーダルシフトさせる施策を取る予定であり、同国の物流増加に伴って ONCF の輸送力増強が求められている。ONCF の売上高は、2012 年には貨物輸送が 62% を占めており、ONCF の経営基盤は旅客輸送より貨物輸送に依存しており、ONCF の財務健全性維持・強化の観点からも、貨物輸送を増強することが望ましい。

従って、同国にとって鉄道貨物輸送能力の維持は経済発展上の最重要課題であり、貨物輸送の効果的な運用は極めて重要である。

しかし、貨物輸送で重要な役割を担っている日本製電気機関車は、平均車齢が一般的な耐用年数と考えられる 30 年を超えており、老朽化による故障の頻発、スเปアパーツの入手難（主に製造中止が原因）により、修繕待ち・部品待ちによる長期間の休車状態を余儀なくされるものもあり、これらの機関車の稼働確保に苦労している。

このように、これらの電気機関車は通常のメンテナンスによる継続使用が難しい状況になりつつあるものの、これまで ONCF は高い維持管理技術力を以って、メンテナンスを施し、供用してきた結果、車体、台車（E1250 形式を除く）等の主要機械品は比較的良好な状態である（詳細は第 4 章参照）。このため、現有の電気機関車を最大限活用し、これらの機関車の延命・更新を図ること（リハビリテーション事業）が、輸送力増強を効果的に行う方策である。

なお、リハビリテーション事業は新車購入より経済合理性にも優れており、これについては「9. リハビリテーション事業の経済合理性」に記載する通りである。

3. 事業の概要

本事業は、同国の物流効率化及び環境負荷の低減、ひいては同国の安定した経済成長に寄与するために、納入後約 30 年を経過した日本製電気機関車 42 両に対して、現時点での最新技術を用いたリハビリテーションを実施するものである。

具体的には、少なくとも今後 15 年以上の使用期間の延長を可能とする機器への更新である。

その機器の仕様は、当初の機能を維持することを基本とする。しかし、新製時と同等の機器が入手困難な場合においては、現在、主流となっている機器に一部置き換え、併せて信頼性、省エネルギー性、快適性等の機能の向上を図る事を推奨する。

また、今回のリハビリテーションに合わせて、E1250 形式を旅客列車用から貨物列車用への用途変更も検討する（詳細は「5. E1250 形式の貨物用途への転用」に示す）。

以上を踏まえ、本リハビリテーション計画は、次の 3 つの施策に整理される。

1. 機能維持：今後 15 年以上の使用期間の延長及び稼働率の向上
2. 機能向上：信頼性、省エネルギー性、快適性などの向上
3. 用途変更：E1250 形式を旅客列車用から貨物列車用に用途変更

本事業の目的及び ONCF からの要請内容、ヒアリングによる要望調査、実際の機関車の状態調査等に基づき、上記の施策に対し技術的視点から策定したリハビリテーション項目を積み上げると、以下の表に示す通りとなる。

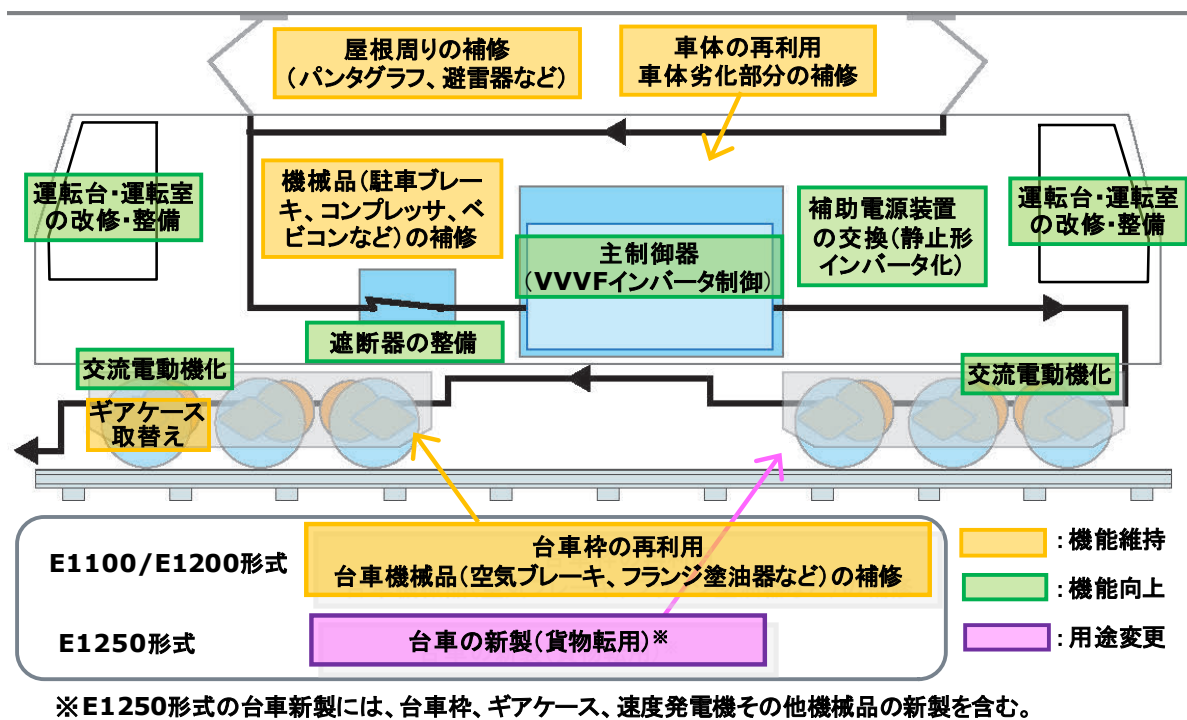
表 S.2 リハビリテーションの更新機器項目

目的	更新機器項目
機能維持	機器・部品の全般検査相当の整備（屋根周りの補修、修繕または劣化・消耗部品の取換え）
	● 機械品：コンプレッサ、基礎ブレーキ、ブローなど
	● 台車（E1100／E1200 形式）：輪軸、動力伝達装置、ギアケースなど
	● 車体
機能向上	主電動機の AC 化及び主制御装置の VVVF 化
	回生ブレーキシステムの導入
	補助電源装置（SIV、MG）の取換え
	運転室整備（空調装置の取り付け）
	運転室整備（計器、表示器の整備）
	運転台整備（日除けの改良、風雨の侵入防止対策）
	駐車ブレーキの取付け
用途変更	台車及び駆動装置の整備（E1250 形式）

出典：調査団

本調査では、すべての機器をリハビリテーション工事の対象としてリハビリテーション工事費を見積もるものとする。

なお、リハビリテーション対象部位のイメージは下図の通りである。



出典：調査団

図 S.1 リハビリテーション対象部位のイメージ

4. 技術的実現可能性

選定した機器を用いて、日本製電気機関車 42 両をリハビリテーションする際に、技術的実現可能性を、(1) リハビリテーション工事場所、(2) リハビリテーション工事に必要な技術者、(3) 機器の調達可能性、の観点から検証したところ、以下に示すように、本事業は技術的に実現可能である。

(1) リハビリテーション工事場所

リハビリテーション工事は、車体と台車の分離・組立て及び古い機器の撤去・新しい機器の再取付けを行うものである。その工事場所は、天井クレーンが設置されており、また、溶接、旋盤などの機械加工を行う十分な設備が整っている必要がある。また、効率よくリハビリテーション工事を実施し可能な限り早く機関車を本線復帰させるためには、同時に 3 両程度の工事が行えるスペースを確保する必要がある。

これらの条件を満たす工場として、候補となる工場は EMIC と SCIF である。

EMIC では、通常の定期検査作業とリハビリテーション工事の競合を避ける必要があり、施工スペース上の制約が大きく、同時に 4 両以上の施工スペースの確保は困難であると考えられる。

一方、SCIF では施工スペース上の大きな制約はないものと思われ、同時に 3 両あるいは 4 両分の施工スペースを確保することも可能であるものと考えられる。

従って、同時に 3 両の施工であれば、技術的にはどちらの工場でもリハビリテーション工事は可能である。

ただし、ONCF より施工スペースの提供や設備機器の使用を受けられる EMIC とは異なり、SCIF では施工スペースや設備機器の使用料支払いが必要となりコストが割高となる、また DC3000 V のき電設備を ONCF と接続する必要がある、などの点について留意すべきである。

なお、SCIF においては、事業費が増大するというデメリットがあることから、本調査では ONCF がリハビリテーション工事と定期検査の競合を適切に調整する事を前提に、EMIC でリハビリテーション工事を実施する事を想定する。

（2）リハビリテーション工事に必要な技術者

ONCF は 30 年以上にわたり、日本製電気機関車の維持管理を行ってきており、EMIC において分解を伴う重要部検査・全般検査を行っている。今般のリハビリテーション工事の基本的作業は全般検査とほぼ同じ技術が要求されるものであり、ONCF（EMIC）においてこれまでこれらの技術を取得してきた技術者であれば、リハビリテーション工事を実施する能力を十分に有していると考えられる。したがって、本事業は、ONCF の技術者 OB 及び鉄道工場において電気機関車の全般検査を実施した経験のある技術者を活用して実施することになる。

また、SCIF は、客車のリハビリテーション工事だけでなく、これまでにアルストム社製電気機関車の組立て、貨車の製造の実績があり、一定の技術力がある技術者を有している推測されるが、本事業を実施する場合は SCIF 独自の技術者だけではなく、上記の技術者を活用することになると思われる。

なお、4 両同時のリハビリテーション工事を実施する場合では、同時に多くの経験のある技術者を必要とするが、EMIC と SCIF のいずれを問わず、その技術者の人数の確保には困難が伴うものと考えられる。

（3）機器の調達可能性

駆動制御装置や主電動機関連の基幹部品は、電気機関車を走行させるための最重要機器である。これらの機器は、新製時と同等の機器が入手困難であり、現在主流となっているシステムや機器に一部置き換えることになる。ただし、詳細設計時に、最新の機器とリハビリテーション対象外の機器との接続及び整合性が担保されるように留意する必要がある。

機器の調達は、原則としてモロッコ市場で調達可能なものはモロッコで調達し、事業費の削減を図るとしつつも、最重要機器である基幹部品については機器間の整合性を担保する必要性から海外、特に本邦企業からの調達が望ましい。

a) モロッコ国内で調達可能な資機材

台車の機械品（駐車ブレーキ、ギアケース、車輪、軸受、防振ゴム、フランジ塗油器他）、コンプレッサ、空気フィルタ、配線/配管等

b) 海外（日本を推奨）からの調達資機材

駆動電気品（主電動機、主制御装置、ブレーキ抵抗器、フィルタリアクトル他）、補助電源装置、踏面ブレーキ装置、運転室機器（マスコン、パネル他）、台車（E1250 形式）等

休車の原因の多くが約 30 年経過した機器のスペアパーツの入手難であるが、今般最新の機器への更新により、今後 15 年以上はスペアパーツの入手が可能になる。

なお、海外から調達する資機材は、調査団としては、上述の通り、現機関車との整合性を確保する観点から、日本からの調達を推奨する。

5. E1250 形式の貨物用途への転用

E1250 形式は、最高運転速度 160 km/h の旅客列車牽引用機関車として導入されたが、現在は老朽化による機能低下もあり、最高速度を下げて運行されている。特に、台車の亀裂が多発しており、安全運行及び安定運行の両面から重大な懸念となっている。このことから、台車や動力伝達装置の抜本的な整備、すなわち台車の新造・交換が必須である。

一方、ONCF における使用上のニーズ（貨物用電気機関車を日本製に統一し旅客輸送用電気機関車を他国製に統一）からは、貨物輸送用への用途変更も検討されている。

また、前述のように、旅客輸送については LGV などのプロジェクトがあり、相対的に旅客用機関車のニーズが減っていく傾向にあるが、貨物輸送については機関車が老朽化しており、何らかの対策が必要な状況である。

旅客輸送を継続するとしても、貨物輸送用へと用途変更する場合のいずれにしても台車の新造・交換が必須であることから、本機関車を今後 15 年間以上の使用期間の延長を行うリハビリテーション計画を考える上で、どちらのケースが最適であるかを技術的に検討した。以下にその検討結果を示す。

表 S.3 旅客使用と貨物使用の比較

項目	旅客使用のリハビリテーション	貨物利用のリハビリテーション
台車	- 安全かつ信頼性における運転を行うためには台車の交換が必要。 - 亀裂の発生が生じない新たな台車の設計が必要であり、設計期間増加と共に費用が大きくなる。	- 貨物運搬特性を有する台車への交換が必要。 - E1100 形式用の台車の設計を活用できるため、新たな設計は不要。
主電動機	- E1100/E1200 形式と別設計の主電動機（650kW）が必要となるため、1 基あたりの設計・製造コストが増加する - E1100/E1200 形式用の主電動機も製造数が減少するため、この設計・製造コストも増加する。したがって、全体的にコストが増加する。	E1100/E1200 形式と共通設計（475kW）が可能であり、新たな設計は不要。
補助電源装置	- 旅客用として高い容量（670kVA）のものが別途、必要。 - 設計・製造コストの増加は主電動機と同様の課題がある。	E1100/E1200 形式と共通設計（245 kVA）が可能であり、新たな設計は不要。
スペアパーツ（維持管理）	電気品のスペアパーツは専用のものを準備する必要がある。	電気品のスペアパーツは E1100/E1200 形式と共通化ができる（O&M コストの削減）
運用面	旅客輸送にも貨物輸送にも日本製、他国製の機関車が混在するため、運用、メンテナンスが煩雑になる。	- 少なくともリン鉱石輸送は日本製電気機関車だけの運用が可能となり、運用、メンテナンスの統一が図れる。 - 旅客輸送も他国製電気機関車に統一される。
リハビリテーション工事費		

出典：調査団

E1250 形式は、設計構造的には製造年次が近い E1200 形式と類似の構造であり、また E1200 形式の台車構造は E1100 形式とも類似である。そこで、用途変更の設計にあたっては、E1100 形式の台車の設計を参考とすることが可能であると考えられる。

また、貨物用としてリハビリテーション工事を実施することは E1100 形式及び E1200 形式と主電動機・補助電源装置などの部品の共通化が図れ、主電動機・補助電源装置の 1 基あたりの設計・製造コストの削減、またスペアパーツの共通化などリハビリテーション後の O&M コストも含めてトータルコストを安価とすることが可能である。

以上より、本調査の結論として貨物用途への転用のリハビリテーションを推奨する。

6. 事業実施スケジュールの検討

リハビリテーション工事は、経年劣化の進んでいる E1100 形式から優先して工事を実施し、次に E1200、E1250 形式の順序で工事を行う。各形式の工事に必要な作業及び工事の全体的な流れは a.~d.の通りである。

- a. 調達国（日本を想定）での主要電気品・機械品の詳細設計、製造、性能試験
- b. E1100、E1200、E1250 各形式の艀装改造設計、部材準備、輸送
- c. プロトタイプ車両（E1100、E1200、E1250 各形式）の現地艀装工事、定置試験、走行試験
- d. 量産車両の現地艀装工事、定置試験、走行試験

現地工事スケジュールを左右する「d. 量産車両の現地艀装工事、定置試験、走行試験」は以下の通りである。

- ① 量産車両は全形式共通で、艀装工事（ヶ月半）とその後の定置試験及び走行試験（最大ヶ月半）を行って、リハビリテーション工事が完了となる。
- ② 艀装工事が完了し、後半の定置試験及び走行試験に移行すると、施工スペースが空くため、次の機関車を入場させ艀装工事を始める。このため、ONCF は常に工事に必要な両数の機関車を計画的に運用離脱させて、コントラクターに提供する必要がある。

なお、**ONCF により、タイムリーな運用離脱が担保されない場合はこれらの工程を守ることが出来ない**ことに留意する必要がある。

EMIC 及び SCIF の施工能力を踏まえて、3 両同時施工と 4 両同時施工のケースの実施詳細スケジュールを付図 S.1 及び付図 S.2 に示す。なお、実施詳細スケジュールは日本政府の円借款供与プレッジを 2014 年 6 月、E/N を 2014 年 11 月、施工開始時期を 2015 年 9 月とすることを想定しているが、実際の施工開始時期は、今後のプレッジ、E/N のスケジュールの時期に合わせて変更となる。

また、実施詳細スケジュールを踏まえ、4 案の事業実施スケジュールを検討した。シナリオ A、B は 3 両同時施工、シナリオ C は 4 両同時施工、シナリオ D は 2 両同時施工である。

- **シナリオ A**：円借款事業の標準的な調達方法を考慮したスケジュール。コントラクターは 3 両同時の施工をおこなう。

非公開

- **シナリオ B**：工期を可能な限り短縮しかつ現実的なスケジュールとしたもの。ONCF が独自でコントラクターを選定し、コントラクターは 3 両同時の施工を行う。

非公開

- **シナリオ C**：シナリオ B より工期を短縮するため、ONCF が独自でコントラクターを選定すると共にコントラクターは 4 両同時の施工を行う。

非公開

- シナリオ D：ONCF が独自でコントラクターを選定すると共にコントラクターは 2 両同時の施工を行う。

非公開

下記にそれぞれのシナリオの事業実施概略スケジュールを示す。

非公開

図 S.2 事業実施スケジュールのシナリオ比較

非公開

表 S.4 リハビリテーションの実施スケジュールの評価

非公開

非公開

7. リハビリテーション事業費

非公開

非公開

表 S. 5 概略工事費の比較

非公開

非公開

8. 温室効果ガス抑制効果の推計

(1) CO₂ 排出量の算出

CO₂ 排出削減効果は、既存の日本製電気機関車を直流駆動のままリハビリテーションした場合の排出量（ベースライン排出量）と、リハビリテーションにより、交流駆動化が実現した場合の排出量（プロジェクト排出量）の差分により推計する。

本事業におけるベースラインシナリオは以下のケースを設定した。

ケース①：日本製電気機関車を直流駆動のままリハビリテーションを実施し、増産分を含む全てのリン鉱石を日本製電気機関車で輸送する。E1250 形式は貨物輸送用にリハビリテーションを実施し、リン鉱石もしくは一般貨物を輸送する。

ケース②：貨物輸送用にリハビリテーションされた E1250 形式を含む、全ての直流駆動の日本製電気機関車がリン鉱石輸送を行う。

また、本事業におけるプロジェクトシナリオは以下のケースを設定した。

ケース③：日本製電気機関車を交流駆動にリハビリテーションを実施し、増産分を含む全てのリン鉱石を日本製電気機関車で輸送する。E1250 形式は貨物輸送用にリハビリテーションを実施し、リン鉱石もしくは一般貨物を輸送する。

ケース④：貨物輸送用にリハビリテーションされた E1250 形式を含む、全ての交流駆動の日本製電気機関車がリン鉱石輸送を行う。

表 S. 6 CO₂ 排出削減量

(単位：t-CO₂/年)

ケース	シナリオ		排出削減量
	ベースライン	プロジェクト	
30 両：リン鉱石輸送 12 両：一般貨物輸送	① 103,782	③ 79,000	24,782
42 両：リン鉱石輸送	② 80,850	④ 68,000	12,850

出典：調査団

本事業実施によるリン鉱石輸送時の CO₂ 排出削減量は、ベースライン①とプロジェクト③の差分である 24,782 t-CO₂/年が最大値となり、ベースライン②とプロジェクト④の差分である 12,850 t-CO₂/年が最小値となる。

ONCF 全体の 2013 年における年間使用電力量 305.6 百万 kWh から算出される CO₂ 排出量がおおよそ 223,000 t-CO₂/年であり、上記最大値の場合は、本プロジェクト実施による CO₂ 排出削減量はそのうちのおおよそ 11%減のインパクトとなる。

(2) 回生ブレーキ導入による CO₂ 削減効果

ONCF の調査では、回収可能なエネルギー値は現行消費電力の 19.9%であると算出している。回生ブレーキの導入によりそのうちの 10.3%分が電車で交換利用が可能であると示されている。

<試算結果>

回生ブレーキ導入によるダイヤ改正が実現すれば、電車で交換利用が可能となるエネルギーの排出削減量の概算は 10,376 t-CO₂/年¹となる。

(3) CO₂削減効果

リハビリテーションによる交流駆動化による CO₂削減量 24,782 t-CO₂/年+エネルギーの排出削減量の概算は 10,376 t-CO₂/年、従って最大排出削減量は 35,158 t-CO₂/年が見込まれる。交流駆動化及び回生ブレーキ導入による CO₂排出量は、年間使用電力量から算出される CO₂排出量のおよそ 16%の削減量となる。

以上から、本事業の効果として、日本製電気機関車の機能向上による温室効果ガス（GHG；Green House Gas）排出量の削減効果が認められ、円借款供与条件の優先条件「環境」を満たすとして日本政府に説明が可能と思われる。

9. リハビリテーション事業の経済合理性

(1) 経済分析（EIRR：経済的内部収益率）

<前提条件>

- シナリオ：シナリオ B（施工期間 ヶ月）及びシナリオ C（施工期間 ヶ月）
- 工事場所：EMIC
- 評価期間：15 年
- Without ケース：リース
- 社会的割引率：4%

<分析結果>

- シナリオ B：EIRR は %
- シナリオ C：EIRR は %

結論として、両シナリオとも、本事業の経済性は十分にあるものと評価できる。

非公開

(2) 財務分析結果（FIRR:財務的内部収益率）（詳細は第 9 章参照）

上述 EIRR と同様の前提条件に基づいた、財務的内部収益率（FIRR）は以下の通りである。

- シナリオ B：FIRR は %
- シナリオ C：FIRR は %

いずれのシナリオにおいても、本リハビリテーション事業は財務的に十分に実施可能な事業であるものと評価できる。

¹ 日本製電気機関車運行に係る使用電力量 2013 年実績値(115,000,000kWh)×2020 年増加見込み(1.2)×10.3%×排出係数(0.00073)

非公開

(3) 新車購入との比較

1) 車両リハビリテーション工事費（初期費用）の観点

<前提条件>

- E1400 形式の購入価格実績：42 百万 MAD
(3.75 百万 Euro ; ONCF とアルストム社間の契約金額、2007 年)
- プライスエスカレーション：1.3%
- 新車の耐用年数：35 年、リハビリテーション後の使用期間：15 年

<計算式>

$$\frac{\text{リハビリテーション後の使用期間}}{\text{新車の耐用年数}} \times \text{新車価格} \times \text{リハビリテーション両数} = \text{リハビリテーションの合理的金額}$$

<リハビリテーション工事費の合理的な金額>

- 新車購入の金額（2014 年換算）
1 両あたり： $42 \text{ 百万 MAD} \times (1.013)^7 = 45.577 \text{ 百万 MAD}$
42 両分： $45.577 \text{ 百万 MAD} \times 42 \text{ 両} = 1,914.2 \text{ 百万 MAD}$
- リハビリテーション事業の合理的な金額
合理的な金額： $15 \text{ 年} / 35 \text{ 年} \times 45.577 \text{ 百万 MAD} \times 42 \text{ 両} = 820 \text{ 百万 MAD}^*$
※この金額には、予備費及び 2014 年以降のプライスエスカレーションは含まない。

今般の車両リハビリテーション工事費 百万 MAD () は上記の試算額の中に納まっており、リハビリテーション事業は新車購入と比較して、工事費（初期費用）の面から有利であるといえる。

2) 経済分析の観点

新車導入時の EIRR を算出した。

<前提条件>

- 新車は、2020 年まで計 42 両を調達する。

<分析結果>

- EIRR は 4.41%、B/C は 1.03 であった。社会的割引率が 4%であり EIRR はわずかに上回る点、B/C は 1 をわずかに超えている点に鑑みると、新車購入シナリオは十分な経済性を有しているとの評価は難しい。

リハビリテーション事業実施時の EIRR である %程度の水準と比較すると、経済性の観点から、リハビリテーション事業実施の方が新車購入よりも大きく有利であるものと評価できる。

3) 財務分析の観点（リハビリテーション事業と新車購入ケースを比較）

<前提条件>

- ・ 市中銀行借り入れ、返済期間 10 年間、金利は年利 5%と仮定する。
- ・ 評価期間期末の車両の残存価値は、売却益として収入に計上する。

<分析結果>

新車導入時の FIRR は 15.15%、リハビリテーション事業（FIRR は %程度）よりも低い。

従って、財務面からもリハビリテーション事業の方が新車購入より大きな優位性があるものと評価できる。

(4) まとめ

事業単体の経済・財務分析の結果から、リハビリテーション事業は財務的・経済的に十分実施可能性のある事業、新車購入よりも優位・有利であると評価できる。

10. 事業実施の留意事項

本事業が円借款事業として実施される場合、事業の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項は以下の通りである。

- 1) コンサルタント雇用及びリハビリテーション工事に係る機器・サービスの調達に際しては、ONCF は JICA の標準入札図書の使用をはじめ、JICA のコンサルタント雇用ガイドラインおよび調達ガイドラインに即して、各種準備手続きを迅速に実施する必要がある。
- 2) ONCF が入札図書を作成する際、施工場所について、EMIC、SCIF におけるそれぞれの条件（使用可能な施工スペース、設備機器など）を入札図書に明記する必要がある。
- 3) ONCF が本事業を早期に開始する観点で、入札補助のコンサルタントは雇用せずにコントラクター選定を独自で実施する場合（シナリオ B）においても、本事業を円滑に実施するためには、円借款事業の施工管理に精通しているコンサルタントの雇用を行う必要がある。（下記 4）および 5）の観点からも、本項目のコンサルタント雇用がきわめて重要・有効。）
- 4) リハビリテーション工事がスケジュール通りに実施されるためには、ONCF は常に工事に必要な両数の機関車を計画的に運用離脱させて、コントラクターに提供する必要がある。（
- 5) リハビリテーション工事において EMIC を活用する場合には、定期検査との競合を避けるための調整を ONCF とコントラクターが綿密に行う必要がある。

非公開

付図 S.1 実施詳細スケジュール (3 両同時施工 : シナリオ B)

非公開

付図 S.2 実施詳細スケジュール（4 両同時施工：シナリオ C）

目 次

プロジェクト位置図
要約
目次
図表目次／写真目次
略語表

ページ

第1章 調査および事業の概要

1.1 調査の背景	1-1
1.1.1 モロッコの運輸セクターの概況	1-1
1.1.2 モロッコの鉄道セクターの概況	1-1
1.1.3 日本製電気機関車の現状	1-2
1.2 調査の目的	1-3
1.3 調査の基本方針	1-3

第2章 事業の必要性及び課題の確認

2.1 運輸セクター及び鉄道セクターの現状と課題	2-1
2.1.1 モロッコの経済の概況	2-1
2.1.2 モロッコの運輸セクターの状況	2-8
2.1.3 鉄道セクターの現状と課題	2-20
2.2 鉄道セクターにおける既存計画・政策との整合性	2-26
2.2.1 ONCF 投資5ヵ年計画（2010-2015）	2-26
2.2.2 Rihane50	2-26
2.2.3 プロジェクトとの整合性	2-27
2.3 その他関連セクターにおける既存計画・政策との整合性	2-27
2.3.1 リン鉱石関連プロジェクト	2-27
2.3.2 港湾プロジェクト	2-29
2.4 他援助機関による鉄道関連分野支援動向	2-31
2.4.1 モロッコへの支援の国際動向	2-31
2.4.2 実施中の鉄道関連分野における支援の概要	2-32
2.4.3 その他の支援、プロジェクトの動向等	2-35
2.5 事業実施の必要性	2-35

第3章 将来の機関車需要の予測

3.1 将来貨物需要の予測	3-1
3.1.1 リン鉱石輸送に関わる将来需要予測のレビューおよび更新	3-1
3.1.2 その他一般貨物輸送に関わる将来需要予測	3-7
3.2 必要な機関車数の算出	3-10

第4章 事業計画の策定

4.1	日本製電気機関車の現状	4-1
4.1.1	概要	4-1
4.1.2	故障状況	4-4
4.1.3	現状調査	4-8
4.1.4	現状のまとめ	4-22
4.2	リハビリテーション計画	4-23
4.2.1	リハビリテーションの基本方針	4-23
4.2.2	円借款要請概要	4-24
4.2.3	リハビリテーションの項目と対象部位	4-24
4.2.4	E1250 形式の旅客利用と貨物転用の比較検討	4-27
4.2.5	調査結果に基づくリハビリテーション方針のまとめ	4-28
4.3	機関車リハビリテーション工事計画	4-39
4.3.1	機関車リハビリテーション工事計画の策定	4-39
4.3.2	リハビリテーション工事の実施スケジュールの検討	4-40
4.3.3	機関車リハビリテーションに必要な設備及びスペースの検討	4-45
4.3.4	リハビリテーション場所の検討	4-46
4.3.5	リハビリテーション工事の実施詳細スケジュール	4-50
4.3.6	リハビリテーション工事対象車両の捻出計画	4-52

第5章 事業実施計画の策定

5.1	資機材調達	5-1
5.1.1	資機材の調達の方針	5-1
5.1.2	第三国調達の課題及び可能性の検討	5-2
5.1.3	リハビリテーション機器計画	5-3
5.2	事業実施スケジュール	5-15
5.3	本事業実施に係るコンサルティング・サービス及び調達方式	5-28
5.3.1	事業実施に必要なコンサルティング・サービスの検討・TOR 及び所要 M/M の提案	5-28
5.3.2	ONCF の調達方式	5-30
5.3.3	本事業における調達方式	5-32
5.4	調達パッケージの計画	5-32
5.4.1	事前資格審査（P/Q: Pre-Qualification）	5-32
5.4.2	調達パッケージのスコープ	5-34
5.4.3	入札図書作成時の留意事項	5-35
5.4.4	1 者入札（Single bid）の扱い	5-35
5.4.5	入札評価	5-36
5.4.6	紛争調停委員会（Dispute Board）	5-36

第6章 事業費積算

6.1 事業費積算に係る前提条件	6-1
6.2 車両リハビリテーション工事費	6-2
6.3 概略事業費	6-11

第7章 事業実施体制の検討

7.1 事業実施体制の検討（法的な位置づけ、業務分掌、組織構造、人員体制）	7-1
7.1.1 ONCF の法的な位置づけ	7-1
7.1.2 業務分掌	7-1
7.1.3 組織構造及び人員体制	7-3
7.1.4 事業実施体制（PMU: Project Management Unit）の設立	7-4
7.1.5 まとめ	7-5
7.2 実施機関の財務・予算構造の分析	7-6
7.2.1 収益性	7-6
7.2.2 経営の健全性に関する財務分析	7-8
7.3 運営・維持管理の技術水準	7-9
7.3.1 調査・検討の方針	7-9
7.3.2 保守の内容	7-9
7.3.3 保守技能	7-10
7.3.4 保守の主体	7-10
7.3.5 技術水準のまとめ	7-12
7.4 車両の運営・維持管理体制の検討	7-13
7.4.1 調査・検討の方針	7-13
7.4.2 現業組織の調査	7-13
7.4.3 検査体系の調査	7-14
7.4.4 検査設備	7-15
7.4.5 体制のまとめ	7-16

第8章 気候変動の緩和効果の推計

8.1 モロッコにおける政策	8-1
8.2 ONCF の気候変動に対する取り組み・政策	8-2
8.3 温室効果ガス抑制効果の推計	8-3

第9章 事業効果の算定

9.1 運用・効果指標の算出	9-1
9.2 定性的効果の確認	9-2
9.3 経済・財務内部収益率（EIRR・FIRR）の算出	9-3
9.3.1 前提条件	9-3
9.3.2 経済分析	9-3
9.3.3 財務分析	9-6
9.3.4 まとめ	9-13

第 10 章 事業実施上の留意点及び提言

10.1 事業実施上の留意事項	10-1
10.2 技術的実現可能性	10-1
10.2.1 リハビリテーション計画	10-1
10.2.2 E1250 形式の貨物用途への転用	10-4
10.3 事業実施体制（PMU）の設立	10-6
10.4 リハビリテーション事業における本邦企業の優位性（参考）	10-7

付属資料

- 付表 4-1 機関車状態確認表
- 付表 4-2 機関車不稼働日数表
- 付表 4-3 原因機器別故障件数

表目次

ページ

表 1.1	ONCF に対する既往円借款案件	1-2
表 2.1	モロッコの主要経済指標の推移	2-1
表 2.2	モロッコの経済見通し（IMF4 条協議報告書）	2-5
表 2.3	モロッコの主要輸出品	2-6
表 2.4	世界流通におけるモロッコ産リン鉱石の主要輸出国	2-8
表 2.5	自動車保有台数の変化	2-10
表 2.6	一般道路の舗装状況	2-11
表 2.7	主要各港の主な輸出入取り扱い品目（2012 年）	2-13
表 2.8	コンテナ取扱量（2012 年）	2-13
表 2.9	港湾取扱量の推移	2-14
表 2.10	荷姿別取扱量の推移	2-14
表 2.11	鉄道主要指標（2012 年）	2-20
表 2.12	ONCF 保有車両（2012 年）	2-22
表 2.13	貨物セクターにおける輸送量の推移	2-23
表 2.14	輸送分野別売上高（2012 年）	2-23
表 2.15	ONCF が保有する電気機関車一覧	2-24
表 2.16	日本製電気機関車の配置と稼働状況（2013 年 12 月時点）	2-24
表 2.17	2012 年の輸送実績の内訳推定	2-25
表 2.18	ONCF 投資 5 ヶ年計画（2010～2015）の主なプロジェクト内容	2-26
表 2.19	スラリー・パイプライン整備の資金調達の概要	2-29
表 2.20	ODA 純受取総額のセクター別割合の推移（2008 年～2012 年）	2-31
表 2.21	主要ドナーのセクター別資金配分（2008 年～2012 年）	2-32
表 2.22	世銀プロジェクトのセクター別の動向（2010 年～2014 年）	2-32
表 3.1	地区別リン鉱石産出状況	3-1
表 3.2	現運行ダイヤによるリン鉱石輸送能力の推計	3-4
表 3.3	積込～積み出し地間の距離	3-5
表 3.4	地区別リン鉱石産出量の設定	3-5
表 3.5	リン鉱石産出量に対する輸送手段分担の設定（リン鉱石産出量ベース）	3-6
表 3.6	将来リン鉱石 鉄道輸送量の設定	3-6
表 3.7	将来運行本数の設定	3-7
表 3.8	リン鉱石以外の貨物列車運行状況	3-8
表 3.9	現状の輸送量と機関車投入台数の関係	3-10
表 3.10	将来機関車必要台数の検討	3-10
表 4.1	形式別稼働率	4-1
表 4.2	休車機関車番号	4-1

表 4.3	リハビリテーションの具体的な項目	4-25
表 4.4	旅客使用と貨物使用の比較	4-28
表 4.5	リハビリテーション対象機器リスト	4-33
表 4.6	現地リハビリテーション工事に必要な設備・機器類	4-45
表 4.7	リハビリテーション場所の比較検討	4-50
表 4.8	リハビリテーション工事の実施スケジュール	4-51
表 5.1	リハビリテーション機器計画表	5-9
表 5.2	リハビリテーションの実施スケジュールの評価	5-27
表 5.3	コンサルティング・サービス TOR（シナリオ A）	5-28
表 5.4	コンサルティング・サービス TOR（シナリオ B&C）	5-30
表 5.5	「調達基準」の内容	5-30
表 5.6	「モロッコ国鉄との契約における一般仕様書」の内容	5-31
表 5.7	入札図書の構成項目	5-31
表 5.8	本邦企業の類似経験（2003 年以降）	5-33
表 5.9	推奨される P/Q 条件（技術評価項目）案	5-34
表 5.10	入札パッケージ（案）	5-34
表 5.11	Performance Specification の条件（例）	5-35
表 5.12	技術評価項目案	5-36
表 6.1	車両リハビリテーション工事費（E1100 形式）	6-5
表 6.2	車両リハビリテーション工事費（E1200 形式）	6-6
表 6.3	車両リハビリテーション工事費（E1250 形式）	6-7
表 6.4	車両リハビリテーション工事費（3 形式合計）	6-8
表 6.5	リハビリテーション機器 価格・数量（詳細）：シナリオ B	6-9
表 6.6	年次事業費（シナリオ B）	6-13
表 6.7	年次事業費（シナリオ C）	6-13
表 6.8	概略事業費（シナリオ A）	6-15
表 6.9	概略事業費（シナリオ B）	6-15
表 6.10	概略事業費（シナリオ C）	6-15
表 6.11	概略工事費の比較	6-16
表 7.1	損益計算書推移 鉄道事業（2007 年～2012 年）	7-7
表 7.2	経営の健全性に関する評価指標の推移	7-8
表 7.3	貸借対照表費目推移 鉄道事業（2007 年～2012 年）	7-8
表 7.4	保守契約内容の種類と影響	7-11
表 7.5	検査体系	7-15
表 7.6	施工内容に応じ新たに導入する必要のあり得る試験設備	7-16
表 8.1	参考方法論への適応可能性	8-3

表 8.2	CO ₂ 排出量削減効果の定量化に用いるデータ (ベースライン排出量)	8-5
表 8.3	CO ₂ 排出量削減効果の定量化に用いるデータ (プロジェクト排出量)	8-8
表 8.4	CO ₂ 排出削減量	8-9
表 8.5	対象区間の 2011 年エネルギー消費量と回収可能エネルギーの比較	8-11
表 9.1	運用・効果指標 (定量的評価)	9-1
表 9.2	定性的効果の確認事項	9-2
表 9.3	経済分析 (シナリオ B)	9-5
表 9.4	経済分析 (シナリオ C)	9-5
表 9.5	経済分析	9-6
表 9.6	財務分析 (実質ベース：キャッシュフロー)：シナリオ B	9-8
表 9.7	財務分析 (実質ベース：キャッシュフロー)：シナリオ C	9-9
表 9.8	財務分析：FIRR の感度分析	9-9
表 9.9	財務分析 (名目ベース)：シナリオ B	9-11
表 9.10	財務分析 (名目ベース)：シナリオ C	9-12
表 9.11	財務分析：プロジェクト IRR の感度分析	9-13
表 9.12	経済分析	9-15
表 9.13	財務分析 (新車シナリオ・実質ベース)	9-16
表 9.14	財務分析 (新車シナリオのキャッシュフロー・名目ベース)	9-17
表 10.1	リハビリテーションの具体的な項目	10-2
表 10.2	旅客使用と貨物使用の比較	10-5

目次

ページ

図 1.1	調査フロー	1-3
図 2.1	輸出入総額等の推移	2-3
図 2.2	セクター別対モロッコ海外直接投資	2-3
図 2.3	主要投資国別・海外からの直接投資の推移	2-4
図 2.4	輸出入総額等の推移	2-6
図 2.5	世界のリン鉱石産出量	2-7
図 2.6	リン鉱石世界流通シェア（リン酸塩等のリン鉱石関連品を含む）	2-7
図 2.7	2005 年を 1 としたモロッコの運輸セクターの活動指標の推移	2-8
図 2.8	インターモーダル輸送との結節エリア（ZLMF）の整備計画位置	2-10
図 2.9	高速道路ネットワーク	2-11
図 2.10	モロッコ国主要港湾位置図	2-12
図 2.11	モロッコ国内の主要空港の分布	2-15
図 2.12	ロイヤル・エア・モロッコ国内路線	2-15
図 2.13	モロッコの主要空港における年間旅客数の推移	2-17
図 2.14	モロッコの主要 8 空港における年間旅客（2008 年-2010 年）（単位：百万人）	2-17
図 2.15	アフリカ圏におけるモハメド 5 世空港（カサブランカ）の年間旅客取扱量	2-18
図 2.16	主要 12 航空会社の就航比率	2-18
図 2.17	各地域における貨物取扱量の推移	2-19
図 2.18	モロッコにおける貨物取扱量	2-19
図 2.19	ONCF ネットワーク	2-21
図 2.20	ONCF 旅客輸送量の推移	2-22
図 2.21	ONCF の貨物輸送量の推移	2-23
図 2.22	スラリー・パイプラインルート図	2-28
図 2.23	港湾クラスターとその使命	2-30
図 2.24	ケニトラ～カサブランカ～マラケシュ間輸送力増強プロジェクト位置図	2-33
図 2.25	高速鉄道整備計画（LGV）のプロジェクト位置図	2-34
図 2.26	LGV 完成イメージ	2-34
図 3.1	リン鉱石鉱山の分布状況	3-2
図 3.2	リン鉱石輸送ルート	3-3
図 3.3	ONCF によるロジスティクス・ターミナルの配置計画図	3-9
図 4.1	原因機器別故障状況（2013 年 1 月 1 日～11 月末日）	4-5
図 4.2	日本製電気機関車の現況（まとめ）	4-23
図 4.3	リハビリテーション方針のまとめ（機能維持）	4-29
図 4.4	リハビリテーション方針のまとめ（機能向上）	4-29
図 4.5	リハビリテーション対象部位のイメージ（E1100/E1200 形式）	4-30
図 4.6	リハビリテーション方針のまとめ（用途変更：E1250 形式のみ）	4-30

図 4.7	リハビリテーション対象部位のイメージ（E1250 形式のみ）	4-31
図 4.8	リハビリテーション工事の全体的な流れ	4-39
図 4.9	主な駆動システム電気品および補助電源装置の性能試験	4-41
図 4.10	各タイプ 艀装改造設計、部材調達、機器調達、輸送スケジュール	4-42
図 4.11	プロトタイプ車両のリハビリテーション工程（1 形式あたり）	4-43
図 4.12	量産車両のリハビリテーション工程（1 両あたり）	4-44
図 4.13	リハビリ機関車の改造に必要なスペース（案）	4-46
図 4.14	EMIC のレイアウト	4-47
図 4.15	SCIF のレイアウト	4-49
図 4.16	実施詳細スケジュール（ケース 1）	4-53
図 4.17	実施詳細スケジュール（ケース 2）	4-55
図 4.18	実施詳細スケジュール（ケース 3）	4-57
図 5.1	事業実施スケジュールのシナリオ比較	5-16
図 5.2	事業実施スケジュール（シナリオ A）	5-21
図 5.3	事業実施スケジュール（シナリオ B）	5-23
図 5.4	事業実施スケジュール（シナリオ C）	5-25
図 5.5	紛争調停委員会（Dispute Board）の仕組み	5-37
図 7.1	ONCF の投資に関する意思決定プロセス	7-2
図 7.2	ONCF の組織構造及び人員体制	7-3
図 7.3	機材保守局（POLE MAINTANCE MATERIAL）の組織構造及び人員体制	7-4
図 7.4	プロジェクト実施監理ユニット（PMU）	7-5
図 7.5	ONCF の収支の推移	7-6
図 7.6	ONCF の収入の推移	7-6
図 7.7	ONCF の費用の推移	7-7
図 7.8	メンテナンス部門 組織図（機関車関係部署）	7-14
図 8.1	モロッコにおけるエネルギー需要の推移	8-1
図 8.2	モロッコ国における CO ₂ 排出量の推移	8-2
図 8.3	ベースラインシナリオ①図	8-4
図 8.4	ベースラインシナリオ②図	8-4
図 8.5	参考ベースラインシナリオ図	8-6
図 8.6	プロジェクトシナリオ③図	8-7
図 8.7	プロジェクトシナリオ④図	8-7
図 8.8	回生電力算定手順	8-10
図 10.1	プロジェクト実施監理ユニット（PMU）	10-7

写真目次

	ページ
写真 1.1 日本製電気機関車	1-2
写真 4.1 長期休車車両（2013 年 12 月初現在）	4-3
写真 4.2 E1103 焼損事故車 部品取り車両	4-4
写真 4.3 E1250 形式 台車枠亀裂	4-6
写真 4.4 E1100 形式 駆動装置（ギアケース）	4-7
写真 4.5 コンプレッサ	4-8
写真 4.6 ブレーキ装置	4-10
写真 4.7 送風機	4-10
写真 4.8 パンタグラフ	4-11
写真 4.9 車体の状況	4-14
写真 4.10 主電動機	4-16
写真 4.11 主抵抗器	4-18
写真 4.12 主制御装置	4-18
写真 4.13 補助電源装置	4-19
写真 4.14 運転室（E1100 形式）	4-21
写真 4.15 カサブランカ保守工場（EMIC）	4-48
写真 4.16 SCIF 鉄道車両製造工場	4-49

略語集

略語表	正式名称	日本語訳
AFD	L'Agence Française de Développement (French Agency for Development)	フランス開発庁
APS	Auxiliary Power Supply	補助電源（装置）
BEy	Baseline Emission (in year y)	(年 y における) ベースライン排出量
B/C	Cost-Benefit Ratio	費用便益比
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CIF	Cost, Insurance and Freight	運賃保険料込条件
CIS	Commonwealth of Independent States	独立国家共同体
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約 締約国会議
DAP	Di-Ammonium Phosphate	リン酸二アンモニウム
DB	Dispute Board	争調停委員会
DSCR	Debt Service Coverage Ratio	借入償還余裕率
EB	Emergency Break	緊急列車停止装置
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
ELEC	Etablissement des Locomotives Electriques de Casablanca	カサブランカ機関区
EMC	ElectroMagnetic Compatibility	電磁両立性
EMIC	L'etablissement de maintenance Industrielle de Casablanca	カサブランカ保守工場
EMIS	L'etablissement de maintenance Industrielle de Safi	サフィ機関区保守工場
EN	European Norm	欧州規格
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EU	European Union	欧州連合
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FOB	Free On Board	本船渡し条件
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ（実現可能性調査）
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEC	General Electric Company	ジェネラル・エレクトリック・カンパニー（イギリスの家電・防衛機器等のメーカー）
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
L/A	Loan Agreement	借款協定（書）
LGV	Ligne à Grande Vitesse	高速鉄道路線
MAD	Moroccan Dirham	モロッコ・ディルハム

略語表	正式名称	日本語訳
MET	Ministere de l'Equipement, du Transport et de la Logistique	設備運輸省
MEMEE	Ministère de l’Energie, des Mines, de l’Eau et de l’Environnement	エネルギー・鉱山・水利・環境省
MG	Motor Generator	電動（モータ）発電機
NPV	Net Present Value	純現在価値
OCP	Office Chérifien des Phosphates	モロッコ王国リン鉱石公社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ONCF	Office National Chemins de Fer du Maroc	モロッコ国有鉄道
ONEE	Office National de l'Electricite et de l'Eau Potable	モロッコ国営電力・水道公社
PEy	Project Emission (in year y)	(年 y における)プロジェクト排出量
PMU	Project Management Unit	プロジェクト監理ユニット
RER	Réseau Express Regional	地域急行（または高速）鉄道網
RG	Révision Générale	分解を伴う全般検査
RL	Révision Limité	分解を伴う重要部検査
SCF	Standard Conversion Factor	標準換算係数
SCIF	Societe Cherifienne de Materiel Industriel et Ferroviaire	モロッコ産業製品・鉄道車両製造会社
SIV	Static InVerter	静止形インバータ
SME	Système de Management Environnemental	環境マネジメントに関する専門部署
SPH	Safi Phosphate Hab	サフィ・リン鉱石・ハブプロジェクト
STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit	20 フィートコンテナ換算単位
TGV	Train à Grande Vitesse	高速列車
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TIR	Trans-ports Internationaux Routiers	国際道路運送手帳による担保
UIC	Union Internationale des Chemins de fer	国際鉄道連合
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
VA	Visite Avant le Départ	日単位に行う機能検査
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VF	Visite Filtre	週単位で行う機能検査
VG	Visite Général	月単位で行う機能検査（全般）
VL	Visite Limité	月単位で行う機能検査（限定）
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency	可変電圧可変周波数（制御）
VOC	Vehicle Operating Cost	車両走行費用

第1章 調査および事業の概要

1.1 調査の背景

1.1.1 モロッコの運輸セクターの概況

モロッコ国（以下、モロッコ）の運輸セクターは、同国の経済成長と共に鉄道旅客輸送量、自動車保有台数（自家用・業務用）、港湾輸出入取扱量など、運輸セクターの活動指標の経年増加が見られ、インフラの整備も進み、2012年時点で鉄道網の総延長は 2,110 km、高速道路網の総延長は 1,630 km に達している。

モロッコ政府は、観光開発包括プラン「Vision2020」（2010年11月）、長期的な輸出総額増加を目標とする輸出促進計画「Maroc Export Plus」（2009年5月）などのセクター別国家開発計画を相次いで策定しており、輸出型産業・観光業の振興を目指としている¹。また、ロジスティクスの競争力を高めるための国家開発戦略（STRATÉGIE NATIONALE DE DÉVELOPPEMENT DE LA COMPÉTITIVITÉ LOGISTIQUE、以下、ロジスティクス開発戦略）を2010年に策定し、国内におけるロジスティクス・ゾーン等の整備による自動車輸送から鉄道輸送へのモーダルシフトの推進、コンテナ港湾と鉄道の結節による国際海上コンテナの鉄道輸送の実施などが掲げられている。

このように、今後とも運輸需要の高まりが予想されるなか、とりわけ貨物輸送需要の増加に対応した鉄道インフラの整備が喫緊の課題となっている。

1.1.2 モロッコの鉄道セクターの概況

モロッコの鉄道セクターはモロッコ国有鉄道（Office National des Chemins de Fer、以下「ONCF」）が所管している。2012年の年間輸送人員は 3,600 万人であり、2007年の 2,612 万人に対し約 38%の増加、また 2012年の年間貨物輸送量は 3,700 万トンであり、2007年の 3,590 万トンに対し約 3%の増加となっている。2012年におけるリン鉱石の輸送量は約 2,800 万 t にのぼり、また ONCF の輸送事業売上高 34 億 MAD（約 436 億円）の 49%を占める、主要な収益源ともなっている。

ONCF は今後、貨物拠点の強化や車両の調達、高速鉄道網（LGV）の整備、幹線の複線化、電化の整備等を進める計画となっており、今後とも、ONCF がモロッコ国内の物流の中心的役割を担うこと、またリン鉱石輸送の推進役となることが、ONCF 年次報告書にうたわれている²。また、ロジスティクス開発戦略を踏まえて、ONCF は国際海上コンテナ輸送に対応したロジスティクス活動エリア、インターモーダル輸送との結節エリアを整備する計画である。

¹ 外務省ホームページによる

² ONCF ウェブサイト、ONCF Rapport Annuel 2012, Rihane50 を参照

1.1.3 日本製電気機関車の現状

ONCF に対する現在までの円借款の供与を下表に示す。電気機関車の調達については、三次にわたる円借款により、計 42 両が導入されている。ONCF は現在、電気機関車 39 両をリン鉱石の輸送に投入しており、そのうち 30 両は円借款により導入された日本製電気機関車である。

表 1.1 ONCF に対する既往円借款案件

案件名	借款契約日	借款契約額 (百万円)	金利および 償還期間(据置期間)	備考
1. 国鉄輸送力増強事業	1976/04/27	3,000	3.75% 25 年(7 年据置)	E1100 形式 22 両 貨物輸送用(日本製)
2. 国鉄輸送力増強事業 (II)	1981/09/21	3,618	3.5% 30 年(10 年据置)	E1200 形式 8 両 貨物輸送用(日本製)
3. 国鉄輸送力増強事業 (III)	1983/08/24	4,682	3.5% 30 年(10 年据置)	E1250 形式 12 両 旅客輸送用(日本製)
4. メクネス～フェズ間鉄 道複線化事業	2001/02/06	4,947	2.2% 30 年(10 年据置)	メクネス～フェズ間 57km の複線化

出典：調査団



E1100 形式 (1977 年～) : 貨物輸送用
日立・東芝 (台車等) 製



E1200 形式 (1982 年～) : 貨物輸送用
日立・東芝 (台車等) 製



E1250 形式 (1987 年～) : 旅客用 日立製

出典：経済産業省「平成 23 年度インフラ・システム輸出促進調査等事業『モロッコ・リン鉄道鉱石輸送力増強に関する調査報告書』」

写真 1.1 日本製電気機関車

これらの日本製電気機関車は、リン鉱石を含んだ粉塵が多い鉱山周辺での使用に応じた対策が施されていることから、納入から 25~35 年以上経過しているにもかかわらず、他国製の電気機関車に比べて故障が少なく、高い評価を得ている。一方、それらに搭載されている機器は旧型のため、消費電力量が多く、また老朽化による故障頻度の増加、補修・交換部品の入手困難など、保守および信頼性の維持が困難となってきた。さらに、これらのうち 4 両は電気部品の焼損や故障、スペアパーツの調達困難などの理由で、長期にわたり稼働していない。

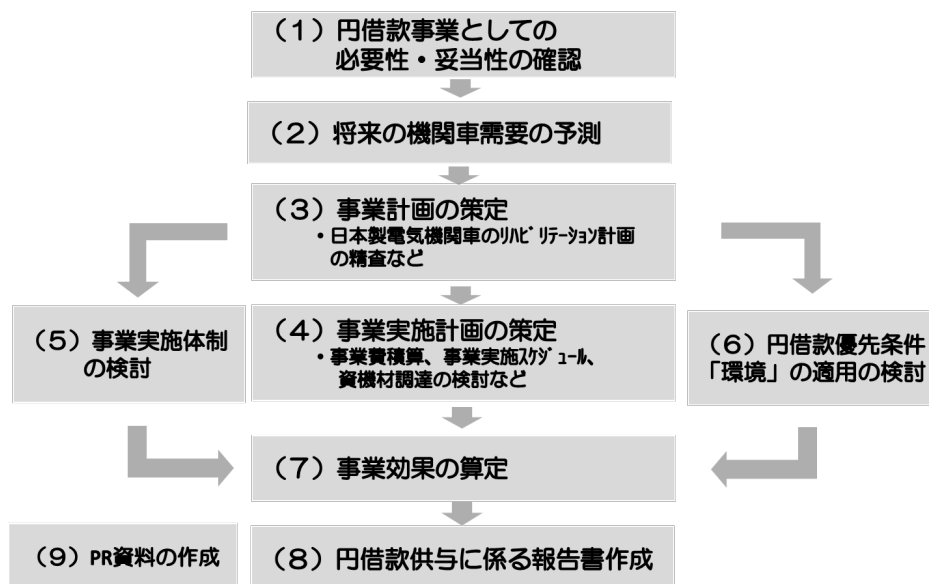
かかる状況のもと、日本国政府（経済産業省）は 2012 年に「モロッコ・リン鉱石輸送力増強調査」（以下、プレ F/S）を実施し、モロッコ政府に対して、日本製電気機関車のリハビリテーション事業を円借款候補案件として提案した。これを受け、モロッコ政府は 2012 年 12 月、日本国政府に「国鉄輸送力増強事業（IV）」を要請し、2013 年 8 月 15 日、モロッコ政府および日本国政府は、当該事業の協力準備調査実施に関わる協議議事録の署名を行った。

1.2 調査の目的

本調査は、モロッコの鉄道輸送力の維持・増強、省エネルギー化を図り、以て同国の物流効率化及び環境負荷の低減ひいては同国の持続的な経済成長に寄与する日本製電気機関車 42 両について、リハビリテーションの必要性および妥当性を検証するとともに、事業実施計画の立案、事業費積算など、円借款事業の可能性を想定した協力準備調査を実施するものである。

1.3 調査の基本方針

本調査の手順（調査フロー）を下図に示す。



出典：調査団

図 1.1 調査フロー

第2章 事業の必要性及び課題の確認

2.1 運輸セクター及び鉄道セクターの現状と課題

2.1.1 モロッコの経済の概況

(1) モロッコの経済の概況

モロッコは、2000 年以降、経済の自由化政策・海外投資誘致政策、各種インフラ整備等の成果もあって、経済は成長軌道に乗り、財政状況、経常収支が改善されたと報告されている。2001～2005 年の平均経済成長率は 5.0%、2006～2010 年の平均経済成長率は 4.9%となっている。

モロッコは対 EU との FTA 締結（発効は 2000 年）を行い、EU からモロッコ向けの輸出は 2012 年 3 月に段階的に撤廃される品目を除き、工業品を含め関税が撤廃された。また、2008 年 EU の近隣諸国として初めて包括的なパートナーシップである「先進的地位（Advanced Status）」を獲得し、EU 域内市場との一層の統合を目指している。

表 2.1 モロッコの主要経済指標の推移

	81～85 年	86～90 年	91～95 年	96～00 年	01～05 年	06～10 年	2011 年	2012 年
平均経済成長率 *	3.4%	4.6%	1.1%	3.7%	5.0%	4.9%	5.0%	2.7%
平均物価上昇率 *	9.9%	4.8%	6.0%	1.9%	1.4%	2.2%	0.9%	1.3%
1 人当たり GDP	US\$590 (85 年)	US\$1,060 (90 年)	US\$1,260 (95 年)	US\$1,160 (00 年)	US\$1,970 (05 年)	US\$2,851 (10 年)	US\$3,083	US\$2,965
財政収支対 GDP 比 (平均値) *	-10.2%	-5.7%	-3.2%	-2.1%	-3.4%	-1.5%	-6.9%	-7.6%
経常収支対 GDP 比 (平均値) *	-9.1%	-0.5%	-2.2%	-0.5%	+2.9%	-2.6%	-8.0%	-10.0%
輸入総額 (億 MAD)	—	—	—	1,225	1,843	2,979	3,579	3,861
輸出総額 (億 MAD)	—	—	—	788	992	1,495	1,739	1,846
貿易総額 (億 MAD)	—	—	—	2,013 (00 年)	2,835 (05 年)	4,474 (10 年)	5,318	5,707
直接投資額 (US\$ Mil)	19 (85 年)	165 (90 年)	92 (95 年)	220 (00 年)	1,670 (05 年)	1,240 (10 年)	2,521	2,842

*：2011 年、2012 年は年値。他は各期間の平均値。

注：モロッコ為替局データベースの貿易額データは 1998 年以降のみ

原典：モロッコ高等計画委員会統計データ、モロッコ中央銀行レポート

出典：モロッコ為替局データベース、モロッコ経済情勢報告、平成 26 年 3 月、在モロッコ日本大使館経済班

2005 年にモロッコ国政府は新規工業戦略（Plan Emergence）を策定し、2009 年には産業振興のための国家計画（Pacte National pour l’Emergence Industrielle）を策定した。この国家計画では、2009 年から 2015 年を計画期間とし、以下の主たる 5 項目の産業振興を意図している。

- 産業による雇用創出と都市における失業の持続的削減
- 貿易赤字の削減
- 国内および海外の双方による産業への投資支援
- 工業政策立案への貢献

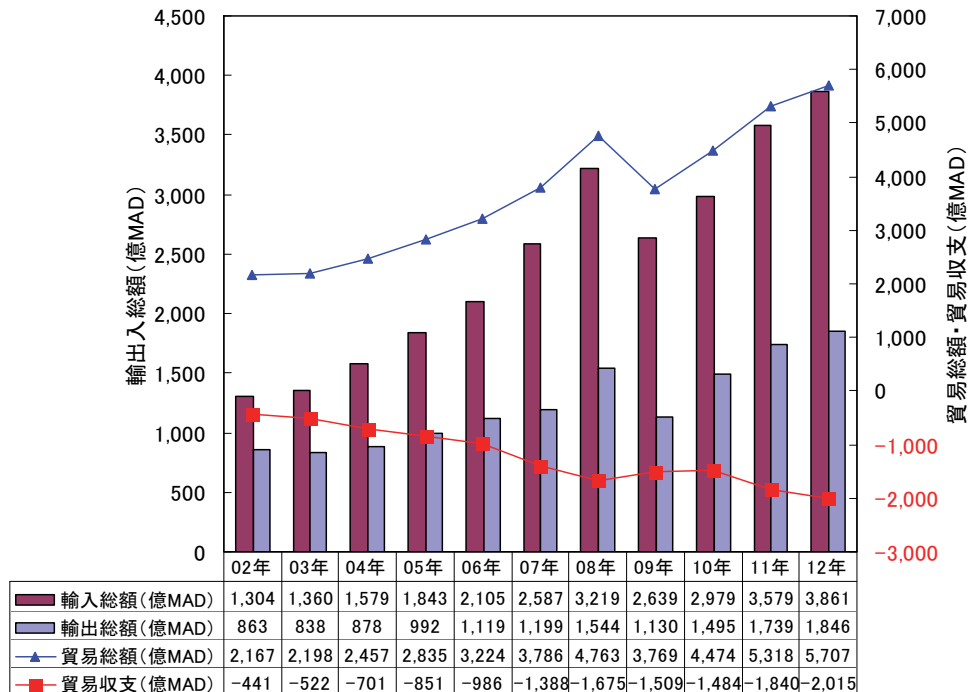
モロッコ国の輸出振興の一環として、以下の 6 分野の産業育成を謳っている。

- オフショアリング（海外企業の事業拠点のモロッコ国内への誘致）
- 自動車産業
- 航空宇宙産業
- エレクトロニクス産業
- 繊維・皮革産業
- アグリビジネス・食品産業

なお、これらの施策の推進を踏まえて、新規工業戦略では、2015 年までの具体的目標として、以下を設定している。

- 雇用：22 万人の雇用創出
- GDP：工業部門 GDP の 500 億 MAD の増加
- 輸出：950 億 MAD の輸出額の増加
- 投資：工業分野への民間投資の 500 億 MAD の増加

モロッコ国では上述の産業振興策の推進などもあり、貿易額が 2008 年まで順調に伸びていた。2008 年のリーマンショックにより、その影響を受けた 2009 年には貿易額が一旦減少したが、2010 年以降増加傾向を取り戻し、2011 年には輸入総額、輸出総額ともに 2002 年からの最高を記録し、2012 年は最高額を更新している。一方、貿易収支は慢性的な輸入超過となっている。貿易総額は 2002 年から 2012 年の 11 年間で 2.63 倍（図 2.1）になっている。



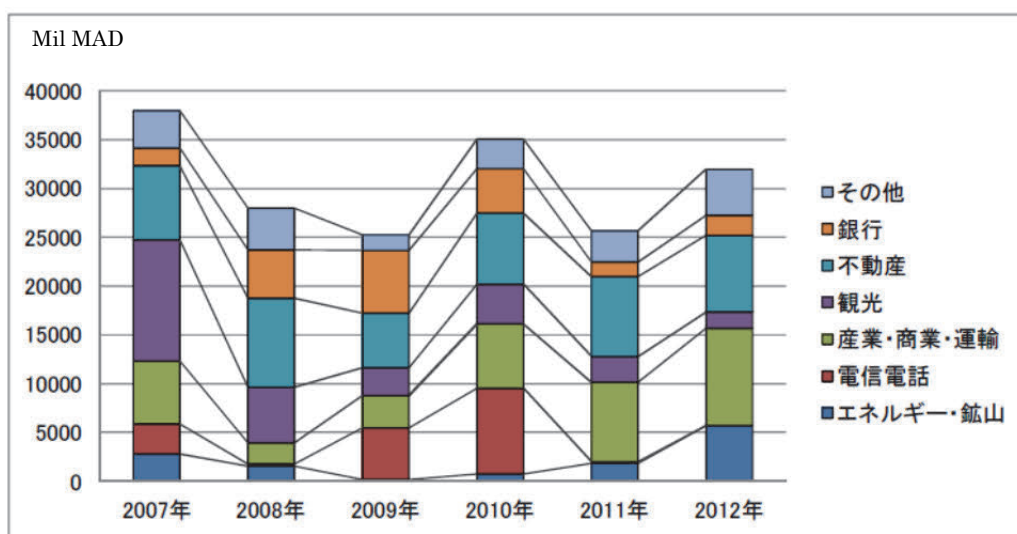
原典：モロッコ高等計画委員会統計データ、モロッコ中央銀行レポート

出典：モロッコ経済情勢報告、平成 24 年 12 月、在モロッコ日本大使館経済班

図 2.1 輸出入総額等の推移

海外からの投資動向では、セクター別にみると不動産、産業分野、観光分野における投資が顕著である。2007 年まで投資額は全体的に好調な増加を見せていたが、世界経済危機の影響により 2008 年には減少したものの、2012 年には前年比 2 割以上の増加となっている。

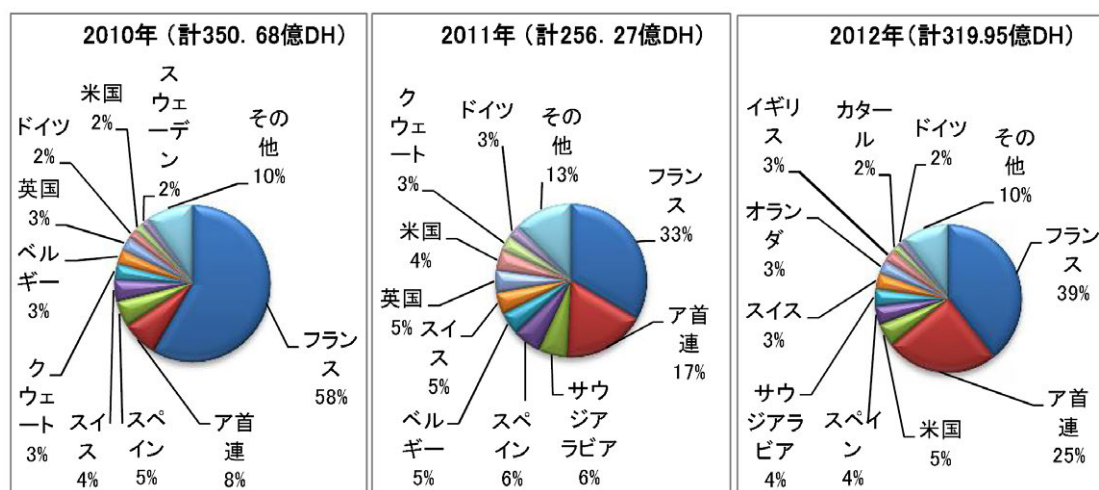
国別にみると、旧宗主国であるフランスからの投資割合が多いが、近年ではアラブ首長国連邦または UAE やサウジアラビアといった湾岸諸国からの投資も増加している。



原典：為替局統計データ

出典：モロッコ経済情勢報告、平成 26 年 3 月、在モロッコ日本大使館経済班

図 2.2 セクター別対モロッコ海外直接投資



原典：為替局統計データ

出典：モロッコ経済情勢報告、平成 26 年 3 月、在モロッコ日本大使館経済班

図 2.3 主要投資国別・海外からの直接投資の推移

(2) モロッコ経済の今後の見通し

国際通貨基金（IMF）によれば、モロッコの経済成長率は今後 5 年間で平均 5.0%を見込んでい
る。中長期的な構造改革によって産業競争力が強化されることにより、農業部門の回復と非農業
部門の発展により緩やかな成長を維持することが期待される。

この成長の決定要因としては、

- ① 天候、② 政治状況、③ 財政のハンドリング、④ 国際石油価格の上昇、⑤ 為替相場の変動
リスク、⑥ 欧州経済不振の長期化、⑦ 改革の遅れ

が挙げられる。

なお、IMF の同報告書によれば、貨物の輸出入金額は順調な経済発展に伴って今後 5 年間で、輸
出額平均 7.5%、輸入額平均 5.6%の伸びが予測されており、道路、鉄道輸送の伸びに大きく影響
するものと推測される。

表 2.2 モロッコの経済見通し (IMF4 条協議報告書)

	2011	2012	PLL 1/ 2013	Rev. 2/ 2013	Proj.				
			2013		2014	2015	2016	2017	2018
(Annual percentage change)									
Output and Prices									
Real GDP	5.0	2.7	5.1	4.5	3.9	4.9	5.2	5.4	5.6
Real primary GDP	5.1	-7.2	13.6	17.0	-1.0	4.5	4.5	5.0	5.0
Real non-primary GDP	5.0	4.6	3.7	2.4	4.8	5.0	5.3	5.5	5.7
Consumer prices (end of period)	0.9	2.6	2.3	0.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Consumer prices (period average)	0.9	1.3	2.3	1.9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
(In percent of GDP)									
Investment and Saving									
Gross capital formation	36.0	35.3	34.3	34.7	35.3	35.3	35.4	35.5	35.7
Of which: Nongovernment	30.6	29.7	30.0	29.5	30.7	29.9	29.9	30.1	30.2
Gross national savings	27.8	25.6	27.1	27.2	28.8	29.7	30.6	31.3	31.1
Of which: Nongovernment	27.5	25.9	26.8	25.9	27.6	26.8	26.9	27.0	26.9
(In percent of GDP)									
Public Finances									
Revenue	27.8	28.7	27.5	27.9	27.4	28.1	28.1	28.2	27.6
Expenditure	34.5	36.1	33.0	33.4	32.4	32.4	31.7	31.2	30.7
Budget balance	-6.7	-7.3	-5.5	-5.5	-4.9	-4.3	-3.6	-3.0	-3.0
Primary balance (excluding grants)	-4.6	-5.0	-4.0	-3.6	-2.8	-2.7	-1.9	-1.4	-0.6
Cyclically-adjusted primary balance (excl. grants)	-4.4	-4.7	...	-3.4	-3.3	-2.6	-1.9	-1.4	-0.6
Total government debt	54.4	60.2	61.8	61.7	62.5	62.4	61.5	60.1	58.6
(Annual percentage change; unless otherwise indicated)									
Monetary Sector									
Credit to the private sector 3/	9.8	4.8	6.1	3.6	5.6	6.2	6.9	6.9	6.9
Broad money	6.4	4.5	5.5	3.9	4.6	5.5	6.5	6.0	6.0
Velocity of broad money	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Three-month treasury bill rate (period average, in percent)	3.5	3.2	...	...	...	...	...	...	...
(In percent of GDP; unless otherwise indicated)									
External Sector									
Exports of goods (in U.S. dollars, percentage change)	21.7	-0.8	3.3	1.8	9.1	7.3	7.0	6.3	7.6
Imports of goods (in U.S. dollars, percentage change)	25.3	1.6	0.7	0.7	6.8	5.2	5.1	5.2	5.9
Merchandise trade balance	-19.4	-20.9	-18.7	-19.0	-18.1	-17.1	-16.2	-15.6	-15.0
Current account excluding official transfers	-8.4	-10.0	-8.2	-8.0	-7.5	-6.7	-5.7	-5.2	-4.7
Current account including official transfers	-8.1	-9.7	-7.2	-7.4	-6.5	-5.7	-4.8	-4.2	-4.5
Foreign direct investment	2.4	2.4	3.2	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2
Total external debt	25.1	29.8	31.3	30.9	31.5	31.6	30.6	29.2	28.2
Gross reserves (in billions of U.S. dollars)	20.6	17.5	18.7	19.3	20.0	21.1	22.4	23.7	25.1
In months of next year imports of goods and services	5.0	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	...
In percent of short-term external debt (on remaining maturity basis)	1473.6	1251.8	1332.0	1374.5	1427.1	1508.7	1601.2	1691.2	1794.5

出典：Article IV Consultation-Staff Report; Press Release; and Statement by the Executive Director for Morocco, March 06, 2014

(3) モロッコにおける主要輸出品

モロッコ国の 2012 年の輸入品目の構成を見ると、約 27%がエネルギー関連、約 20%が工業用と考えられる半加工品、約 19%が自動車以外の農業・産業用機械や設備となっている。

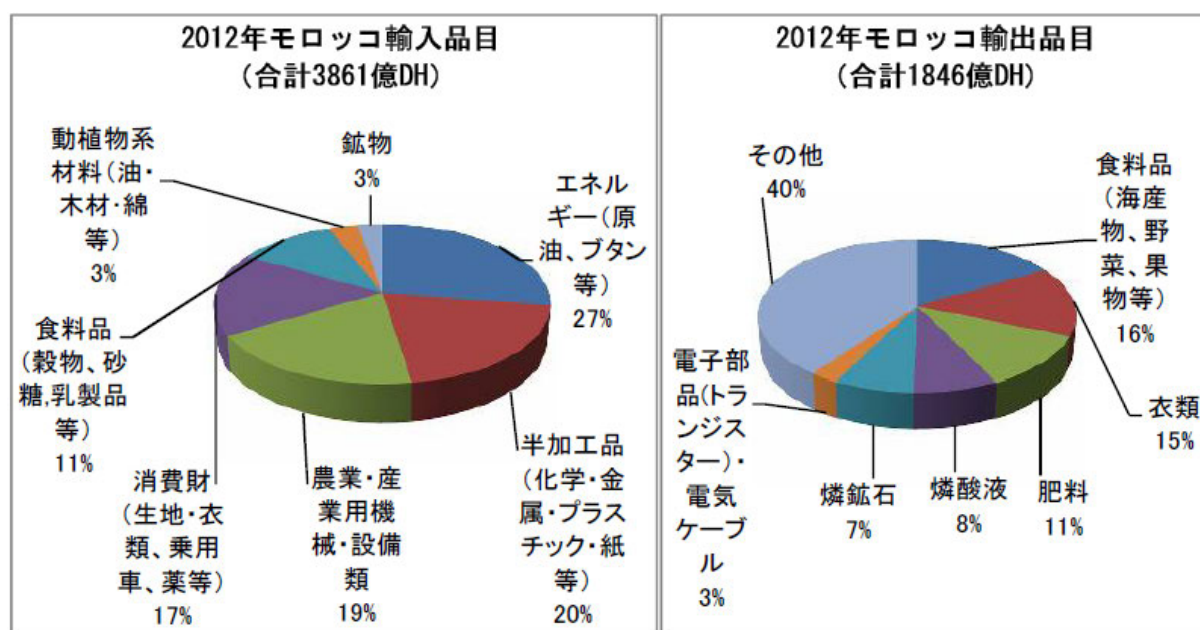
一方、輸出品目の構成を見ると、一般消費財や食品・飲料・たばこ、完成品農業及び工業機械の輸出でシェアが 55.2%（2012 年）と過半数を超えているが、リン鉱石関連品は全輸出額に対して約 26%を占め、モロッコの極めて重要な輸出品となっている。

モロッコ国の経済成長が今後 5 年間 5%程度で継続することを考慮すると、これら輸出入品が増加することが想定され、それに伴ってモロッコ国内における貨物輸送需要が高まることが予想される。

表 2.3 モロッコの主要輸出品

	2011 年		2012 年	
	金額(百万 MAD)	シェア (%)	金額(百万 MAD)	シェア (%)
食品・飲料・たばこ	28,644	16.4%	30,105	16.3%
エネルギーおよび潤滑剤	4,558	2.6%	7,429	4.0%
農畜産物	3,371	1.9%	3,254	1.8%
リン鉱石、リン酸化合物	48,461	27.7%	48,395	26.2%
鉱産物（リン鉱石除く）	6,787	3.9%	6,005	3.2%
半加工品・部品等	18,110	10.3%	17,207	9.3%
完成品農業・工業機械	26,535	15.2%	27,511	14.9%
一般消費財	38,090	21.8%	44,742	24.2%
その他	439	0.3%	237	0.1%
輸出総額	174,994	100.0%	184,885	100.0%

出典：モロッコ為替局データ

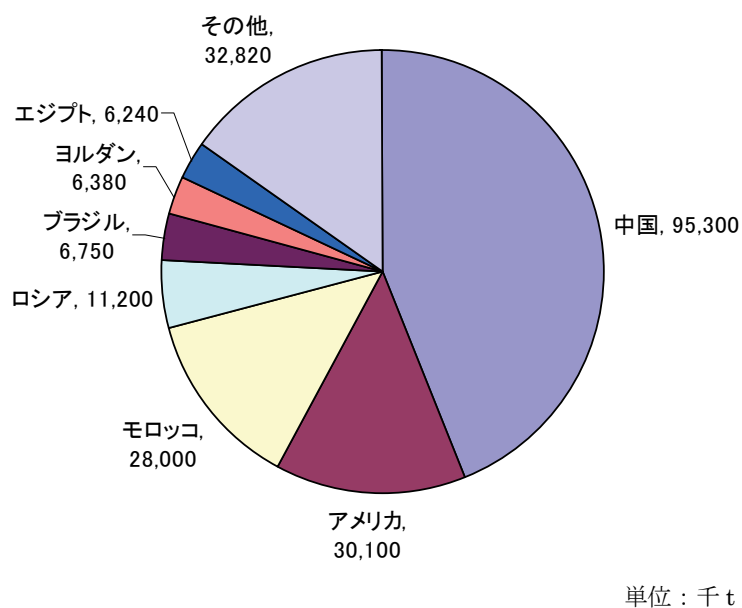


出典：モロッコ経済情勢報告、平成 26 年 3 月、在モロッコ日本大使館経済班

図 2.4 輸出入総額等の推移

(4) 世界のリン鉱石の産出と流通

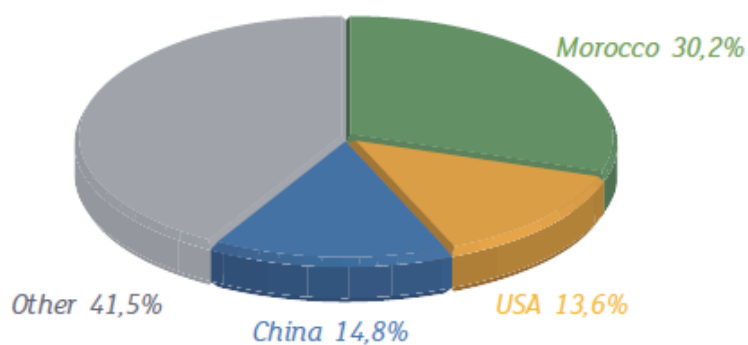
モロッコは、肥料の三大要素である磷（リン鉱石）の産出量では中国、アメリカに次いで世界第三位の規模（2,800 万 t）を誇っている。



出典：MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2014, U.S. Geological Survey

図 2.5 世界のリン鉱石産出量

一方、世界におけるリン鉱石の流通量では、多数の人口を抱えている中国、アメリカは自国産出のリン鉱石に輸出制限を掛けていることもあり、モロッコが圧倒的に両国を引き離し、世界首位となっている。



出典：OCP ANNUAL REPORT 2011

図 2.6 リン鉱石世界流通シェア（リン酸塩等のリン鉱石関連品を含む）

世界流通量の約 30% を占めているモロッコ産のリン鉱石は、アメリカ、スペイン、インド、メキシコなどに輸出されている。

表 2.4 世界流通におけるモロッコ産リン鉱石の主要輸出国

輸出国	リン鉱石 (千 t)
アメリカ	2,267
スペイン	1,545
インド	1,324
メキシコ	610
ブラジル	564
トルコ	529
ニュージーランド	374
パキスタン	328

注：流通量 30 万トン以上の輸出国のみ記載

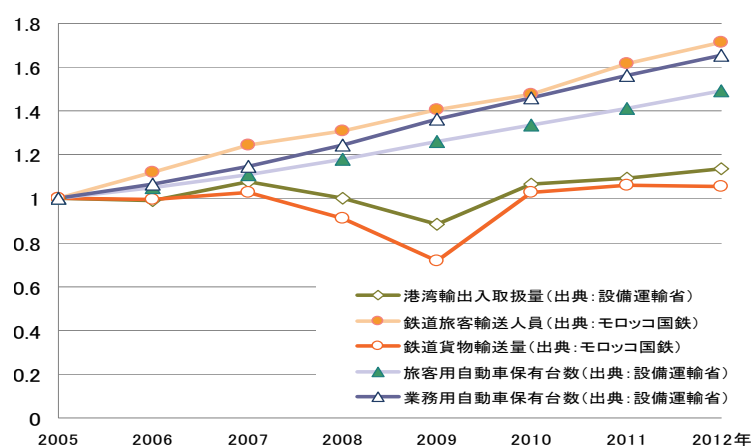
出典：IFA; International Fertilizer Industry Association

2.1.2 モロッコの運輸セクターの状況

(1) 運輸セクターの概況

モロッコの近年の経済発展に伴い、鉄道旅客輸送量、自動車保有台数（自家用・業務用）、港湾輸出入取扱量など、運輸セクターの活動指標の経年増加が見られている。

一方、鉄道貨物輸送量および港湾輸出入取扱量の両輸送モードは、インフラストラクチャー（線路や港湾、貨物取扱施設・設備等）や車両の導入等の整備を行い、輸送または取扱能力を拡大し、それに応じて需要を捌くという性格が強いため、道路輸送のような自動車の投入で輸送力を確保できるものとは異なり、指標の伸びが鈍いものと推察できる。



出典：調査団

図 2.7 2005 年を 1 としたモロッコの運輸セクターの活動指標の推移

しかし、今後は、以下により、モロッコ国内の鉄道貨物輸送量、そして港湾輸出入貨物量は増加していくものと推察される。

- 国内におけるロジスティクス・ゾーン等の整備による自動車輸送から鉄道輸送へのモデルシフトの推進
- 港湾と鉄道の結節（コンテナ輸送）

- 一般貨物輸送量の増加施策 (Rihane 50)

(2) モロッコ国ロジスティクス開発戦略

モロッコでは、ロジスティクスの競争力を高めるための国家開発戦略 (STRATÉGIE NATIONALE DE DÉVELOPPEMENT DE LA COMPÉTITIVITÉ LOGISTIQUE、以下、ロジスティクス開発戦略) を 2010 年に策定している。

ロジスティクス開発戦略は、以下の 5 項目を基本的な骨子に据えている。

1) MFLZ(Multi-Flow Logistic Zones)の国内ネットワークの開発

- 2015 年までに取得する 2,080 ha を含める、18 都市の 70 ゾーン、3,300 ha のロジスティクス・ゾーンの土地の取得 (2030 年まで)

2) 商品流通の最適化

- 商品流通の容量を最適化し増加せることを目的とする。
- 現在の流通システムの再構築を行う 50 の取組みの提案

3) 物流事業者のネットワーク構築

- 道路輸送事業者の再組織化
- ロジスティクス・サービスに対する需要の高度化

4) ロジスティクス分野の教育訓練に対する国家計画

- 2015 年に 61,000 人、2030 年までに 173,300 人の教育訓練を実施

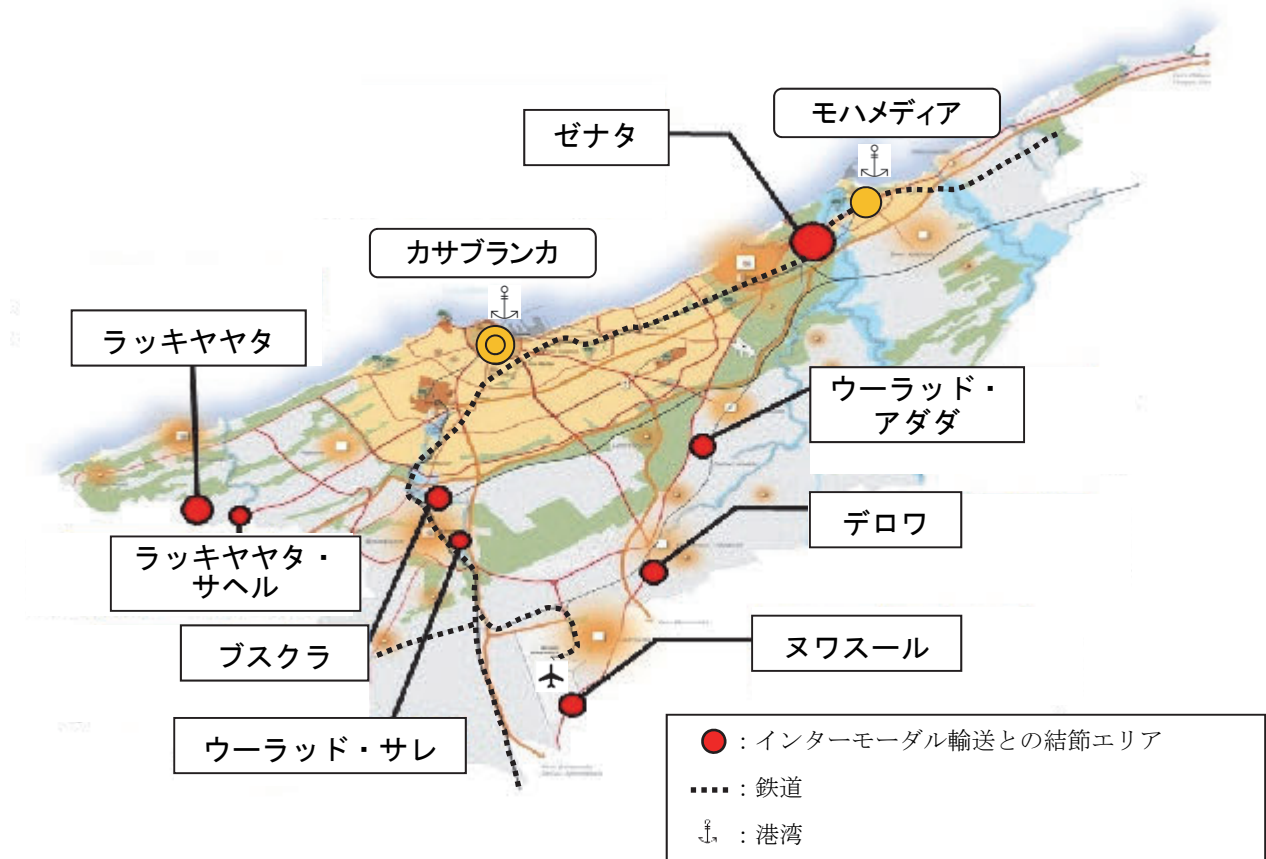
5) 戦略の実施監理

- モロッコ国ロジスティクス開発庁の設置 (2013 年 10 月に発足)
- ロジステック戦略の進展をモニターする組織の設置

また、ロジスティクス開発戦略の推進による成果を以下のように設定している。

- モロッコ国内におけるロジスティクスコストが、2015 年までに GDP 比で 20%から 15% に低減
- 10 年間で GDP の 5%の成長達成
- 2015 年において 36,000 人の雇用創出
- 物流による二酸化炭素排出の削減と道路および都市における渋滞の削減

ロジスティクス開発戦略を踏まえて、ONCF では国際海上コンテナ輸送に対応したロジスティクス活動エリア (ZAL : Zone d'Activités Logistiques) をマラケシュ、カサブランカ (アインスバ、モハメディア)、タンジェメッド、フェズ、ジョルフ・ラスファールに整備する計画とし、インターモーダル輸送との結節エリア (ZLMF : Zones Logistiques Multi-Flux) をカサブランカ近郊のゼナタ、ウーラッド・アダダ、デロワ、ヌワスール、ウーラッド・サレ、ブスクラ、ラキヤヤタと新しい町ラッキヤヤタ・サヘルに整備する計画である。



出典：設備運輸省資料をもとに調査団作成

図 2.8 インターモーダル輸送との結節エリア（ZLMF）の整備計画位置

(3) 道路交通

1) 自動車保有状況

堅調な経済発展やそれに伴うモータリゼーションの進展等を背景として、国内の自動車保有台数は右肩上がり増加している。2007 年から 2012 年にかけての増加率は全車種で 1.37 倍となっている。

表 2.5 自動車保有台数の変化

(単位：1,000 台)

車種	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2007 年→ 2012 年
自動車類計	1,950	2,036	2,146	2,284	2,436	2,624	2,791	2,954	3,124	1.37

出典：設備運輸省資料

2) 道路ネットワーク

モロッコの旅客輸送の 90%、貨物輸送の 75%は道路交通に依存しており、モロッコにおける主たる交通手段となっている。国内の道路ネットワークは、高速道路、国道、地域道路、州道の 4 種類から構成されている。

一般道路の総延長は 57,334 km、舗装率は 72%であり、広域輸送を担う国道および広域道路についてみると 21,490 km、舗装率は 92%となっている。

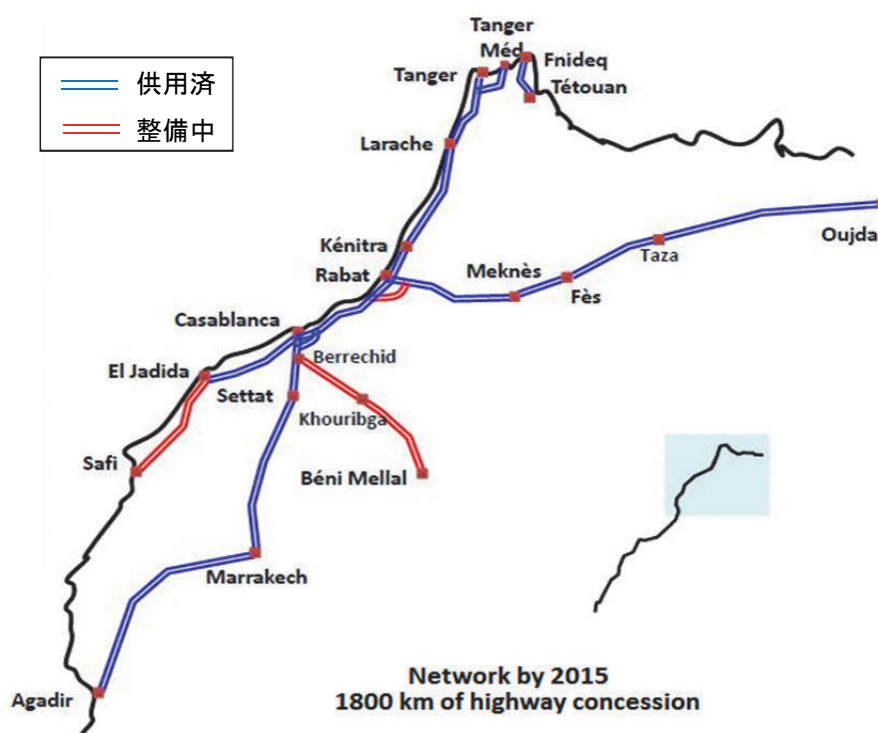
表 2.6 一般道路の舗装状況

道路種別	舗装 (km)	未舗装(km)	合計 (km)	舗装率
国道	10,185	1,214	11,399	89%
広域道路	9,510	581	10,091	94%
小計	19,695	1,795	21,490	92%
州道	21,736	14,108	35,844	61%
総計	41,431	15,903	57,334	72%

出典：設備運輸省資料

3) 高速道路

高速道路は鉄道と同様、モロッコ国内の主要都市間を連絡する交通手段である。2012 年現在、高速道路の供用延長は 1,630 km で、2011 年の利用総量は 55 億台キロとなっている。設備運輸省は、供用延長を 2015 年までに 1,800 km とする計画である。



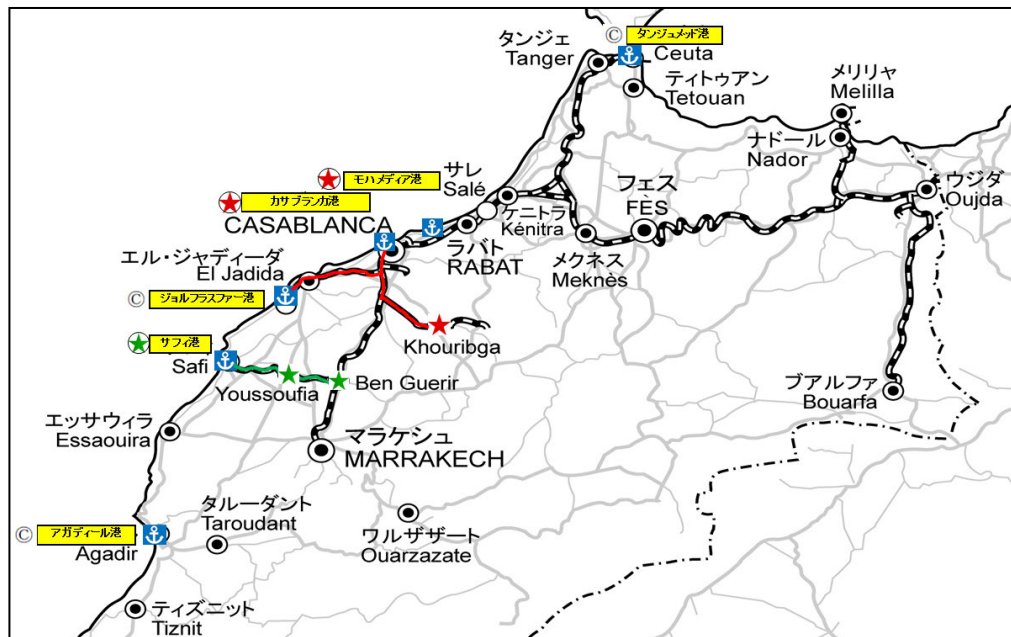
出典：設備運輸省

図 2.9 高速道路ネットワーク

(4) 港湾

1) 概況

モロッコの主要港湾は、下図に示す通り、モハメディア港、カサブランク港、ジョルフ・ラスファール港、サフィ港、アガディール港である。これらに加えて、2007 年にはジブラルタル海峡に面したエダルヤ近傍に、300 TEU のコンテナ取扱が可能な第 1 タンジェメッド港が開港し、現在も第 2 タンジェメッド港の拡張が進められているなど、地中海ルートのトランシップメント港として、また、モロッコ国内向けの商品搬入・搬出港としての役割が期待されている。



出典：調査団

図 2.10 モロッコ国主要港湾位置図

2) 主要各港の特徴

主要各港の機能および主な輸出入取扱品目は以下の通りである（表 2.7）。

- モハメディア港： モロッコ有数の石油精製工場への原油、燃料、化学薬等の液体バルク貨物を取り扱う。
- カサブランク港： 同国の商業や産業の中心地としてコンテナや穀物、肥料、リン鉱石等のドライバルク貨物を取り扱う。
- ジョルフ・ラスファール港： 背後地の肥料工場や石油化学製品工場への石炭、硫黄、肥料、リン酸等のドライバルク貨物を取り扱う。
- アガディール港： 地方の観光や産業の中心地として、穀物や鉱物等のドライバルクとコンテナ貨物を取り扱う。
- タンジェメッド港： 地中海におけるトランシップメント基地であることもあり、コンテナ及び TIR（Trans-ports Internationaux Routiers）貨物（国際道路運送手帳による担保の下で行なう貨物）を中心に、炭化水素や穀物を取り扱う。

同国の主要輸出品目であるリン鉱石は、カサブランカ港およびサフィ港、リン鉱石の副産物であるリン酸および肥料は、ジョルフ・ラスファール港とサフィ港でそれぞれ取扱われている（図 2.9 参照）。

表 2.7 主要各港の主な輸出入取り扱い品目（2012 年）

港湾名	輸入			輸出		
	原油	燃料油	ブタン	軽油	バージンナフサ	ジェット燃料
モハメディア						
カサブランカ	コンテナ	穀類	家畜飼料	リン鉱石	コンテナ	クリンカー
ジョルフ・ラスファール	石炭	硫黄	穀類	肥料	リン酸	クリンカー
サフィ	硫黄	穀類	石炭コークス	リン酸	肥料	リン鉱石
アガディール	穀類	軽油	コンテナ	コンテナ	鉄鉱石	鉱物
タンジェメッド	炭化水素	穀類	コンテナ/ITR	コンテナ/ITR		

出典：モロッコ港湾公社

また、表 2.8 に示す通り、コンテナ化された生産財や消費財はコンテナ貨物として、タンジェメッド港、カサブランカ港およびアガディール港で取扱われている。2012 年のコンテナ取扱量は、同国全体で 279.1 万 TEU に達しており、その内 65%がタンジェメッド港、30%がカサブランカ港、5 %がアガディール港となっている。タンジェメッド港のコンテナ取扱量は同国で最も多いが、その内の 95 %はトランシップメントコンテナである。

表 2.8 コンテナ取扱量（2012 年）

（単位：1,000TEU）

港湾名	輸出入	積替	合計
タンジェメッド	75	1,751	1,826
カサブランカ	840	-	840
アガディール	125	-	125
合計	1,040	1,751	2,791

出典：モロッコ港湾公社

3) 港湾貨物取扱量の推移

表 2.9 に示す通り、港湾取扱量は 2009 年の取扱量の落ち込みがあるものの、年々増加傾向にあり、特に輸入量の伸びが大きくなっている。2012 年までの港湾貨物取扱量は過去 10 年間で 56 百万トンから 77 百万トンと 1.37 倍となっている。また、タンジェメッド港の 2007 年開港に伴い、2008 年よりトランシップメント貨物の取扱量が増加していることがわかる。

表 2.9 港湾取扱量の推移

(単位：1,000t)

年次	輸出入			トランシップメント
	輸入	輸出	計	
2003	31,759	24,355	56,114	-
2004	34,134	27,373	61,507	-
2005	37,690	29,825	67,515	-
2006	36,990	29,833	66,823	-
2007	41,581	31,136	72,717	-
2008	41,557	26,158	67,715	8,062
2009	39,508	20,341	59,849	11,270
2010	44,573	27,443	72,016	20,196
2011	46,462	27,360	73,822	22,263
2012	48,786	28,079	76,865	15,457

出典：設備運輸省

表 2.10 に示す通り、荷姿別取扱量では、リン鉱石を含むバルク（固形物）が最も多く、輸出入全体量の約半分程度を占める。ただし、近年、バルク（液体物：燃料等）の取扱量の増加が大きい。また、コンテナ貨物の輸出量も堅調に増加していることがわかる。

表 2.10 荷姿別取扱量の推移

(単位：1,000t)

年次	輸出入					トランシップメント (コンテナ)
	バルク (液体)	バルク (固形物)	コンテナ	Ro-Ro	その他	
2003	14,833	28,723	4,635	2,988	4,935	-
2004	16,915	31,427	5,070	3,433	4,662	-
2005	18,196	34,974	5,522	3,744	5,079	-
2006	17,549	33,978	5,504	4,113	5,479	-
2007	18,422	38,300	6,398	4,500	5,097	-
2008	16,495	34,139	6,951	4,779	5,351	8,062
2009	18,403	25,653	7,196	3,649	4,948	11,270
2010	20,765	34,383	7,844	4,257	4,766	20,196
2011	21,086	35,175	8,658	4,275	4,297	22,263
2012	21,104	36,972	9,143	4,513	4,117	15,457

出典：設備運輸省

(5) 航空

1) 概況

モロッコには 27 の空港があり、うち 11 は国際空港である。主要都市の空港では拡張工事が実施されており、2007 年にはカサブランカ・モハメド 5 世空港の第 2 ターミナルがオープンした。同空港の年間利用客キャパシティは 1,100 万人に増加しており、欧州と西アフリカを繋ぐハブ空港としての役割が期待されている。2012 年の全空港利用客数は、前年比 4%減で 1,510 万人であった。

モロッコは、2001 年に米国、2005 年には EU とオープンスカイ協定を締結し、アフリカ諸国やアジアでは韓国と航空協定を締結するなど、航空分野の国際化を推進している。欧州 32 都市、アフリカ 18 都市、米国 2 都市へ直行便がある。

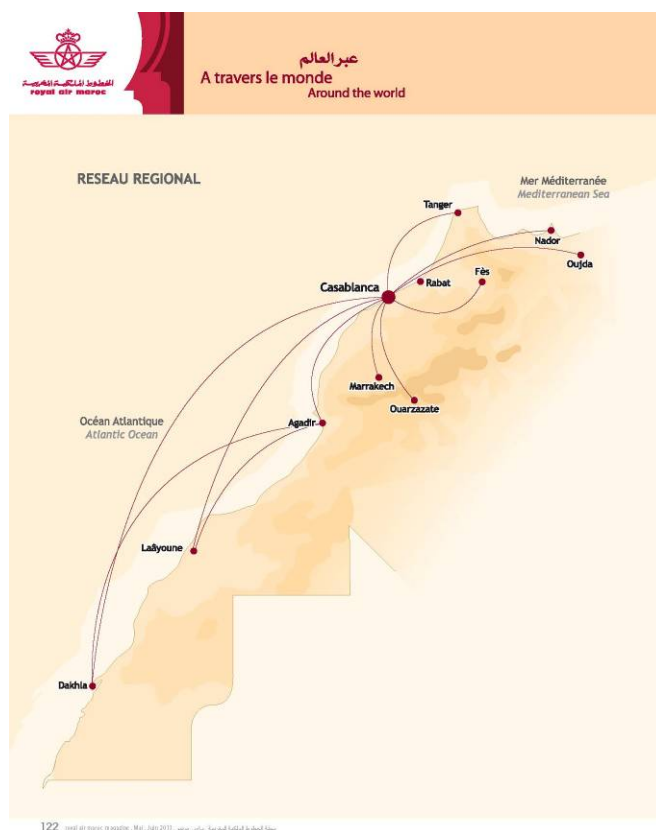
2006 年には欧州の最大の格安航空会社、イーजीージェット (Easyjet) とライアン・エア (Ryanair) が進出し、モロッコへの外国観光客数増加に貢献している。

モロッコのフラッグキャリアであるロイヤル・エア・モロッコは 2014 年 3 月現在、国内 11 路線に就航している。



出典：設備運輸省ホームページ

図 2.11 モロッコ国内の主要空港の分布



出典：ロイヤル・エア・モロッコ ホームページ

図 2.12 ロイヤル・エア・モロッコ国内路線

2) 空港施設の整備状況

2004 年、モロッコ航空局は、空港施設の拡張に係るマスタープランを策定した。

主な計画（実績）は下記の通りである。（[]の数字は完成年）

① モハメド5世国際空港（カサブランカ）

- 新旅客ターミナル建設（延床面積 60,000 m²、年間旅客取扱量 1,000 万人）[2006]
- 旅客ターミナル1 拡張 [2007]
- 新貨物ターミナル建設（延床面積 30,000 m²、年間貨物取扱量 15 万トン）[2007]
- 駐機スタンド増設（10 基）
- 駐機エプロン改修

② アルマシラ空港（アガディール）

- トレードゾーン改修
- 旅客ターミナル空調施設整備
- エアサイド改修

③ メナラ空港（マラケシュ）

- 旅客ターミナル1 拡張 [2006]
- 新旅客ターミナル、駐機スタンド、アクセス交通整備 [2008]
- 貨物ターミナル、滑走路平行誘導路、維持管理施設整備

④ ダクラ空港（ダクラ）

- 軍民分離新旅客ターミナル建設 [2007]
- 管制塔、場周フェンス整備等

⑤ モカドール空港（エッサウィラ）

- 新旅客ターミナル建設 [2007]
- 滑走路延長、駐機エプロン及び誘導路整備等

⑥ イブン・バットュータ空港（タンジェ）

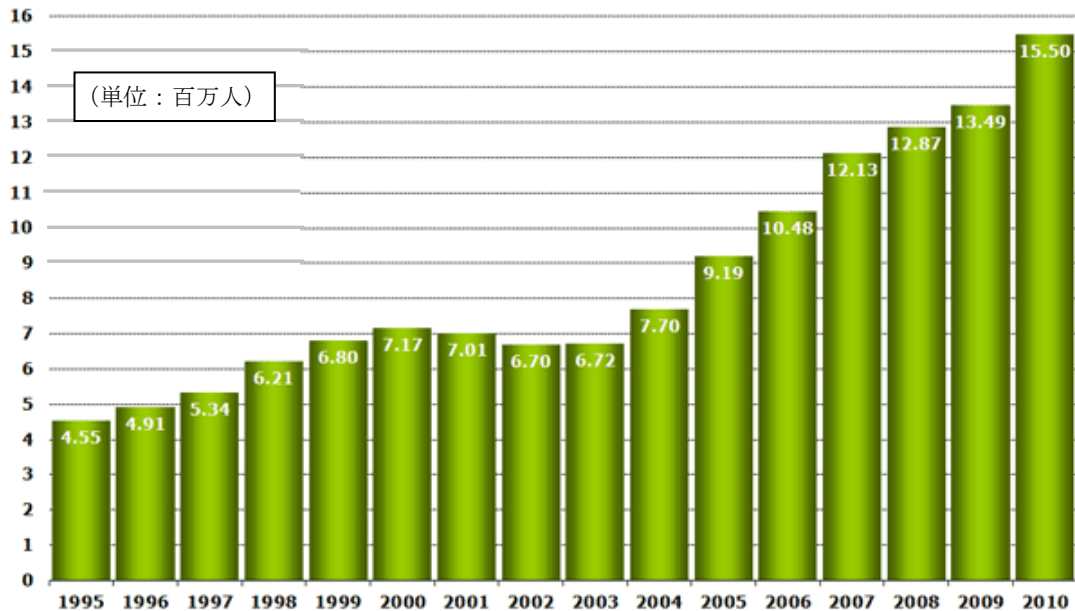
- 旅客ターミナル拡張 [2007]、第二期工事 [2015]
- 滑走路延長、駐機エプロン拡張、駐車場拡張等

⑦ ラバト・サーレ空港（ラバト）

- 旅客ターミナル改修 [2007]
- アクセス道路、管理用施設、歩行者用通路整備等

(6) 旅客取扱量の推移

モロッコの主要空港における年間旅客取扱量の推移は下図の通りである。上記空港施設の拡張に伴い、2005 年度以降堅調な伸びを示している。

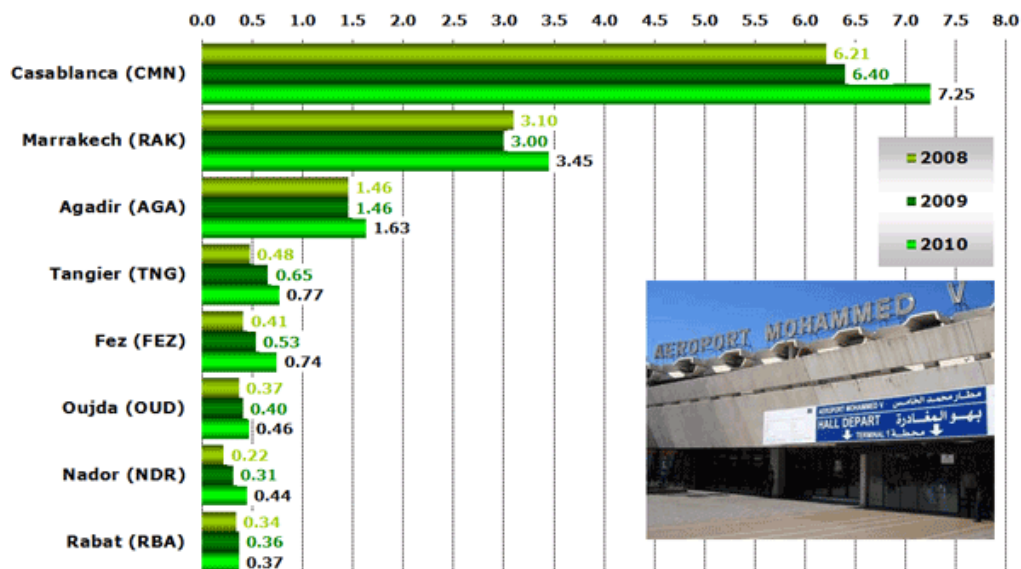


出典：モロッコ航空局

図 2.13 モロッコの主要空港における年間旅客数の推移

1) 旅客取扱量の分布

モロッコの主要 8 空港における年間旅客取扱量の分布は下図の通りである。モハメド 5 世空港（カサブランカ）が全体の半数近くを占めている。なお、アフリカ圏におけるモハメド 5 世空港（カサブランカ）の年間旅客取扱量は、6 位である。



出典：モロッコ航空局

図 2.14 モロッコの主要 8 空港における年間旅客（2008 年-2010 年）（単位：百万人）

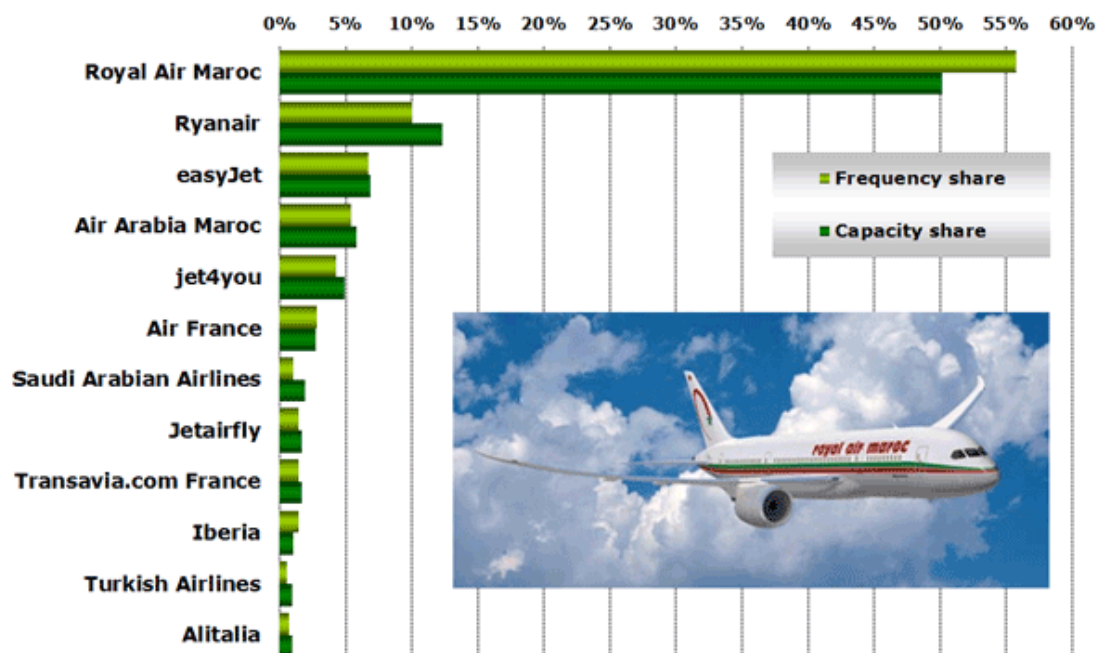
RANK	CITY/AIRPORT	PASSENGERS	% CHANGE
1	Johannesburg, South Africa (JNB)	17 021 739	5.3
2	Cairo, Egypt (CAI)	16 135 898	12.2
3	Sharm El Sheikh, Egypt (SSH)	8 682 279	17.0
4	Cape Town, South Africa (CPT)	8 109 161	5.0
5	Hurghada, Egypt (HRG)	8 059 849	19.8
6	Casablanca, Morocco (CMN)	7 243 462	13.3
7	Lagos, Nigeria (LOS)	6 143 101	8.6
8	Nairobi, Kenya (NBO)	5 485 771	8.0
9	Durban, South Africa (DUR)	4 754 958	10.5
10	Tunis, Tunisia (TUN)	4 601 338	8.1

出典：ACI 2010

図 2.15 アフリカ圏におけるモハメド 5 世空港（カサブランカ）の年間旅客取扱量

2) 航空会社の勢力関係

モロッコにおける主要航空会社の就航比率は以下の通りである。頻度、容量共にロイヤル・エア・モロッコが 50% を占めている。



出典：OAG 2011 年 8 月

図 2.16 主要 12 航空会社の就航比率

3) 貨物取扱量

貨物取扱量は、アフリカ圏全体で軒並み停滞している状況にあり、モロッコもアルジェリアやナイジェリアと並び 15 空港で貨物の取り扱いがあるものの、2009 年から 2010 年にかけての年間取扱量は 6 万トン前後で推移している状況である。

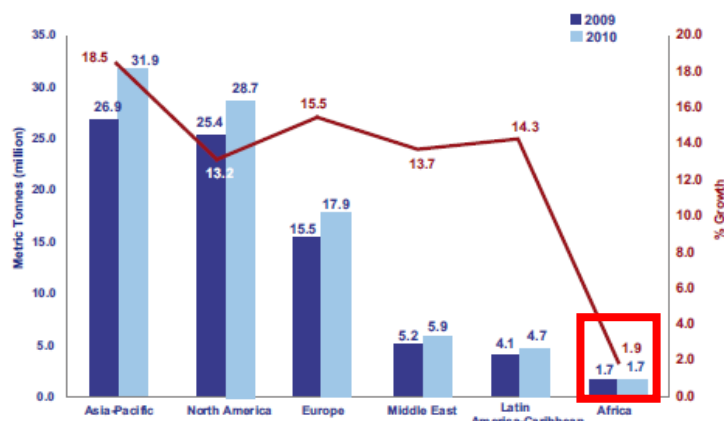


図 2.17 各地域における貨物取扱量の推移

COUNTRY	PASSENGERS	% CHANGE	CARGO	% CHANGE	MOVEMENTS	% CHANGE	aircraft
Algeria	6 466 099	(2.8)	24 508	(8.6)	115 842	(0.7)	15
Benin	406 491	3.9	6 047	(25.2)	11 604	13.7	1
Botswana	741 852	1.3	787	(32.9)	77 043	(24.9)	6
Burkina Faso	389 295	8.0	6 544	12.1	11 008	33.7	2
Burundi	204 068	14.5	3 525	23.3	6 900	22.1	1
Cameroon	974 098	0.6	15 005	(22.4)	23 790	(1.3)	5
Cape Verde	1 700 702	11.0	4 008	6.1	33 415	7.0	7
Central African Republic	107 674	6.6	1 612	2.4	6 393	7.4	1
Comoros	174 656	18.3	633	(5.5)	6 138	27.0	1
Congo	1 440 546	2.7	139 827	(10.2)	45 966	(3.9)	2
Cote D'Ivoire	912 068	(5.0)	11 652	11.7	22 168	(4.1)	1
Djibouti	263 458	1.8	10 318	27.9	7 305	9.6	1
Egypt	37 761 807	14.6	317 115	8.9	343 639	11.4	8
Eritrea	121 609	19.9	2 127	16.2	2 952	6.2	1
Ethiopia	4 119 911	13.5	71 002	(6.7)	67 157	18.7	2
Gabon	758 385	5.1	20 894	3.6	28 622	(7.4)	1
Gambia	335 926	7.3	1 159	(7.1)	3 979	2.9	1
Ghana	1 638 005	16.4	45 960	0.6	30 094	48.6	1
Guinea	259 394	4.4	3 840	23.6	6 383	5.2	1
Kenya	6 840 128	9.0	245 347	(11.4)	117 105	11.2	3
La Reunion	1 970 575	12.6	34 979	5.5	38 231	7.6	1
Madagascar	889 827	23.0	13 227	7.9	22 291	13.4	3
Malawi	277 489	(6.3)	4 420	2.7	8 015	(8.7)	1
Mali	612 752	1.8	6 652	4.3	13 385	(6.3)	1
Mauritania	269 003	12.1	3 669	12.8	6 978	(1.6)	2
Mauritius	2 611 392	9.6			19 615	7.5	1
Morocco	15 353 380	15.1	57 186	(4.9)	179 834	8.3	16
Mozambique	1 247 278	7.1	9 893	(5.2)	38 741	(9.0)	6
Namibia	865 182	(0.9)	8 642	18.1	52 764	(6.5)	6
Niger	162 158	5.0	3 006	(12.4)	6 358	12.6	1
Nigeria	13 482 210	14.7	184 619	(0.6)	226 283	12.7	17

出典：ACI 2010

図 2.18 モロッコにおける貨物取扱量

2.1.3 鉄道セクターの現状と課題

(1) 概要

モロッコの運輸セクターは同国の経済成長と共に整備が進み、2012 年現在鉄道網の総延長は 2,110 km に達している。輸出型産業・観光業の振興を目指す同国では、更に運輸需要が高まることが予想され、増加する需要に対応するインフラ整備が求められており、フランスの TGV をモデルとした高速鉄道網（LGV：Ligne à grande vitesse）の整備、基幹線の複線化、電化の整備等を進める計画である。

モロッコの鉄道セクターは ONCF が所管している。2012 年の年間輸送人員は 3,600 万人であり、2007 年の 2,612 万人に対し約 38%の増加、また 2012 年の年間貨物輸送量は 3,700 万トンであり、2007 年の 3,590 万トンに対し約 3%の増加となっている（ONCF Rapport Annuel 2012）。特に、モロッコの主要輸出品であるリン鉱石の輸送は、現時点でほぼ全量を鉄道輸送が担っており、ONCF の重要な事業となっている。

(2) 路線ネットワーク

モロッコの鉄道総延長 2,110 km のうち、600 km が複線である。また、電化率は 75%である。これらの鉄道は国内の主要都市間を結んでおり、ONCF によって運行されている。ONCF は旅客輸送、リン鉱石輸送、一般貨物輸送の 3 つの鉄道輸送を担っている。

表 2.11 鉄道主要指標（2012 年）

項目	指標
路線延長	2,110 km
軌間	1,435 mm（標準軌）
最高運転速度	160 km/h
最急勾配	17 パーミル（ARBAOUA－EL KSAR EL KEBIR 間）
閉塞方式	色灯式自動信号閉塞、手動式閉塞
電化方式	直流 3,000 V
電化延長	1,284 km（路線延長に占める割合 75%）
複線延長	600 km（路線延長に占める割合 28%）
駅数	120 駅
従業員数	7,846 名

出典：ONCF ホームページ、ONCF 提供資料

路線ネットワークは次ページの図の通りである。旅客輸送需要の大きい区間や旅客幹線とリン鉱石輸送ルートが重複する区間をはじめとする幹線骨格軸を中心に複線となっている。

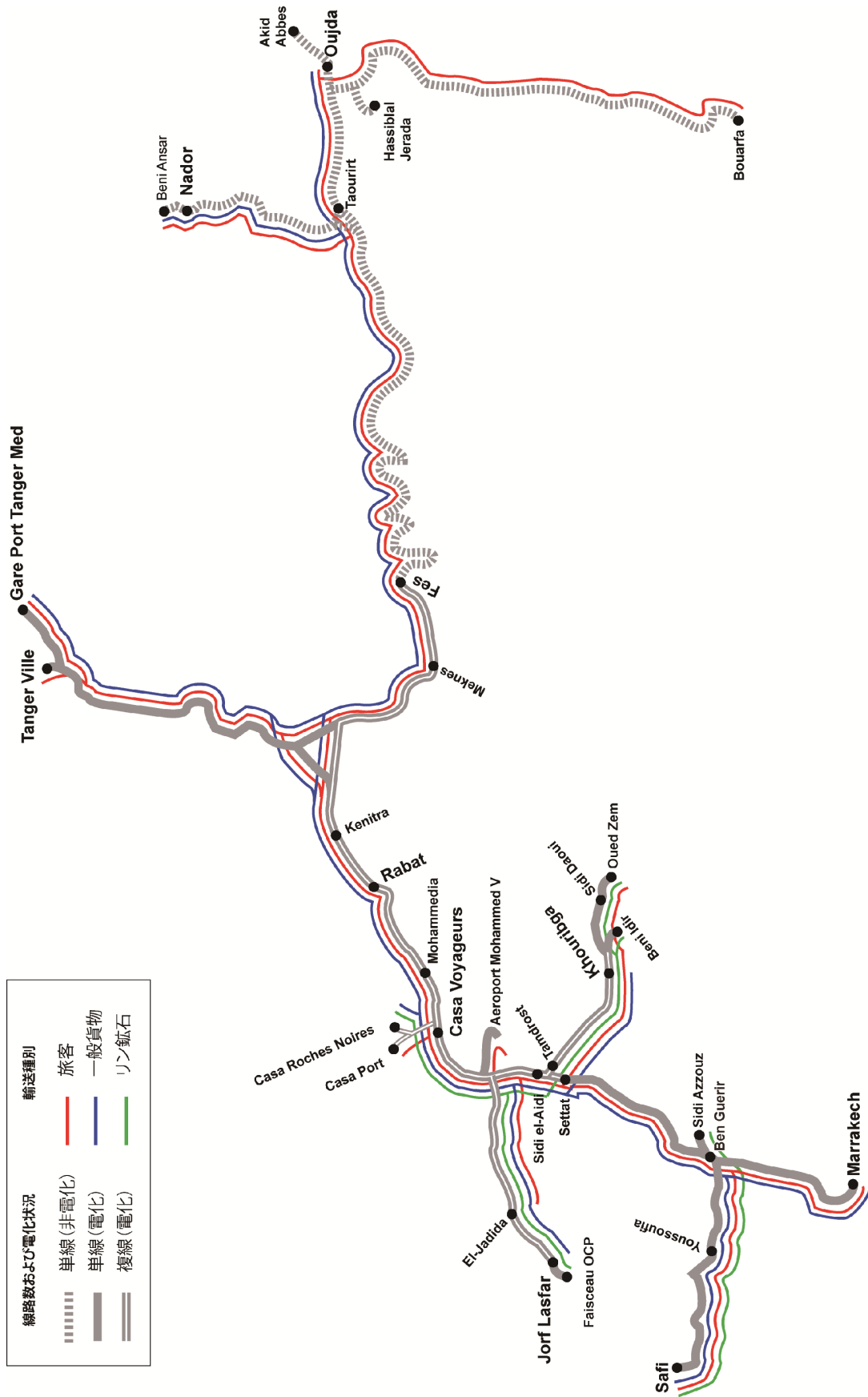


図 2.19 ONCF ネットワーク

出典：調査団

(3) 保有車両

ONCF の保有車両数を種類別に、以下に示す。動力車 232 両のうち、電気機関車の占める割合が多く、旅客用車両においては客車の占める割合が大きい。貨車 5,372 両のうち、リン鉱石用が 1,700 両、その他一般貨物用が 3,672 両となっている。

表 2.12 ONCF 保有車両 (2012 年)

車両種別		両数
動力車	電車 (動力車部分)	38
	電気機関車	89
	ディーゼル機関車	36
	入換作業用機関車	69
	合 計	232
車両 (旅客)	電車 (客車部分)	138
	客車 (座席)	336
	客車 (寝台)	26
	電源車	29
	合 計	529
車両 (貨物)	貨車 (リン鉱石用)	1,700
	貨車 (リン鉱石以外)	3,672
	合 計	5,372

出典：ONCF ホームページ

(4) 輸送状況

1) 旅客輸送

2012 年の旅客輸送実績は、1 日あたり 210 本の列車が運行され、年間 3,600 万人を輸送している。2007 年の年間 2,612 万人から、約 38 %増加している。



出典：ONCF Rapport Annuel 2012 より調査団作成

図 2.20 ONCF 旅客輸送量の推移

2) 貨物輸送

2012 年の一般貨物輸送実績は、1 日あたり 21～23 本の列車が運行され、年間 900 万 t を輸送している。年間輸送量は 2007 年の 810 万 t から 2009 年にはリーマンショックによる経済活動の停滞の影響により 690 万 t までに落ち込んだが、現在は 900 万 t (2007 年比 3%増) まで回復している。

2012 年のリン鉱石輸送実績は、1 日あたり片道 23～25 本の列車が運行され、年間 2,800 万 t を輸送している。これは、モロッコで算出されるリン鉱石のほぼ全量を鉄道により輸送していることになる。

表 2.13 貨物セクターにおける輸送量の推移

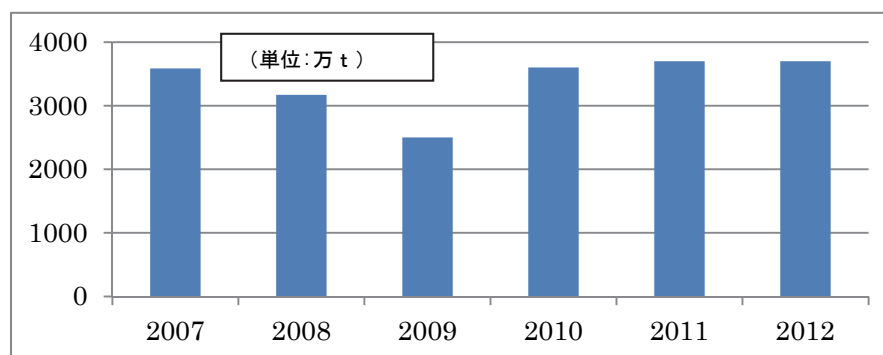
	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
リン鉱石 (万 t)	2,780	2,360	1,820	2,700	2,800
(参考) リン鉱石産出量 (万 t)	2,780	2,490	1,830	2,660	2,800
一般貨物 (万 t)	810	810	690	900	900
貨物セクター計 (万 t)	3,590	3,170	2,510	3,600	3,700

注 1：リン鉱石輸送量とリン鉱石産出量が一致しない理由として、西サハラ地域のブークラ鉱山の産出量が含まれているためと考えられる

注 2：ブークラ鉱山の算出分を除くと、リン鉱石輸送量がリン鉱石産出量を上回る場合がある。この理由としてはガントゥール地域のベンゲリール鉱山とユーソフィア鉱山間で鉱石の洗浄、乾燥のための横持ち輸送が行われているためと推察される

注 3：リン鉱石の洗浄は不純物を除去するために実施し、洗浄後は鉄道輸送で余分な荷重となる水分を除去するために乾燥させる。

出典：設備運輸省公表資料 (Le secteur de transport des marchandises : Contraintes et voies de réformes)



出典：ONCF Rapport Annuel 2012 より調査団作成

図 2.21 ONCF の貨物輸送量の推移

貨物セクター（一般貨物およびリン鉱石輸送）における全体の売上高に占める割合は 62%にもなり、ONCF にとって貨物輸送は重要な収益源となっている。

表 2.14 輸送分野別売上高 (2012 年)

分野	売上高 (100 万 MAD)	構成比 (%)
旅客輸送	1,300	38
一般貨物	430	13
リン鉱石輸送	1,690	49
合計	3,420	100

出典：ONCF ホームページ

(5) 電気機関車の現状

ONCF が保有する全電気機関車数は、下表に示す通りである。電気機関車 89 両のうち、39 両が主にリン鉱石輸送用として稼働している。また、このうち 30 両が日本製 (E1100, 22 両、E1200, 8 両) で、1977～1987 年に納入されたものである。日本製電気機関車は、モロッコの最重要輸出品のひとつであるリン鉱石の輸送で重要な役割を担っている一方で、機関車の平均車齢が一般的な耐用年数と考えられる 30 年を超えている。このため、最近では、故障等により休車状態となることがあり、その対策が求められている。なお、休車等による車両不足に対応するため、2012 年 4 月 19 日より電気機関車 (BB36000 形式) 7 両をリースにて調達している。

また、旅客輸送においては日本製電気機関車(E1250) 12 両が使用されているが、これらも製造後 30 年近くが経過しており、リン鉱石輸送用の機関車と同様に老朽化による故障の多発や取り替え部品の入手難により、長期間の休車状態を余儀なくされている車輛もある。

表 2.15 ONCF が保有する電気機関車一覧

形式	納入年	両数	出力	最高速度	用途	製造者
E1100 形式	1977 年	22 両	2,850 kW	100 km/h	リン鉱石を含む 貨物運搬用	日立 東芝 (台車等)
E1200 形式	1982 年	8 両	2,850 kW	100 km/h	リン鉱石を含む 貨物運搬用	日立 東芝 (台車等)
E1250 形式	1987 年	12 両	3,900 kW	160 km/h	旅客用	日立
E1300 形式	1991 年	18 両	4,000 kW	160 km/h	旅客用	アルストム
E1350 形式	2000 年	9 両	4,500 kW	120 km/h	リン鉱石を含む 貨物運搬用	アルストム
E1400 形式	2010 年	20 両	5,500 kW	160 km/h	旅客・コンテナ用	アルストム

(参考)

BB36000 形式	2012 年	7 両	5,600 kW	160 km/h	リン鉱石を含む 貨物運搬用	アルストム
------------	--------	-----	----------	----------	------------------	-------

出典：調査団および BB36000 形式カタログ

上表に示した ONCF が保有する電気機関車のうち、現在供用されている日本製電気機関車の配置と稼働状況を下表に示す。

表 2.16 日本製電気機関車の配置と稼働状況 (2013 年 12 月時点)

機関区	形式および車両番号	配置 両数	稼働 両数	EMIC※に休車中の機 関車	用途
サフィ	E1101-E1110	10 両	8 両	E1102,E1103	リン鉱石
ジョルフ	E1111-E1116	6 両	6 両		リン鉱石
カサブランカ	E1117-E1122	6 両	5 両	E1122,	リン鉱石および 一般貨物
	E1201-E1208	8 両	5 両	E1203,E1204,E1207	リン鉱石および 一般貨物
	E1251-E1262	12 両	10 両	E1259,E1260	旅客

※EMIC：カサブランカ保守工場

出典：調査団

日本製電気機関車は、E1100 形式と E1200 形式はリン鉱石および一般貨物、E1250 形式は旅客輸送に使用されている。

一方で、「2.1.1(3) モロッコにおける主要輸出品」でも述べたように、リン鉱石はモロッコにおける重要な輸出品であり、リン鉱石関連産業を一手に担う OCP は、リン鉱石の年間産出能力を現行の 2,700~2,800 万 t から 2020 年には 5,500 万 t にすることを計画し、今後も需要は増える続ける予定である。リン鉱石輸送については、スラリー・パイプライン輸送の計画もなされているものの、現時点では、OCP が開発した 4 カ所の鉱山のうち、3 カ所の鉱山から積出港または加工工場までの輸送のほぼ全量を ONCF が担っている。1 日あたり片道 25~27 本のリン鉱石の貨物列車が運行されており、2012 年の年間輸送実績は 2,800 万 t となっている。北軸（クーリブガ~カサブランカ/ ジョルフ・ラスファール間、図 3.3 参照）、南軸（ベンゲリール/ユーソフィア~サフィ間）ともに貨車は 60 両連結されており、貨車 1 両の自重は 16 t/両、リン鉱石積載可能量は 64 t/両であることより、1 列車あたりの輸送力は 3,840 t である。この輸送実績の内訳を分析すると下表のようになる。

表 2.17 2012 年の輸送実績の内訳推定

路線	運行本数 (本/日)	一列車あたりの輸送力 (t/列車)	年間稼働日数 (日)	輸送効率係数	年間輸送量 (万 t/年)
北軸	15~17	3,840	365 日	0.86	1,800
南軸	10	3,840	365 日	0.71	1,000
合計	25~27	-	-		2,800

注：輸送効率係数は、以下の計算式によって算出した。

輸送効率 = 年間輸送量 (万 t/年) ÷ 年間輸送能力 (万 t/年)

ここで、年間輸送能力 = 運行本数 (本/日) × 一列車あたりの輸送力 (t/列車) × 年間稼働日数 (日)

例えば、輸送効率係数が 0.86 ということは、年間輸送能力が 14% 余っていることになる。

出典：調査団

本表より、ONCF が持つリン鉱石の輸送能力はまだ 71~86% 程度しか発揮されておらず、100% の積載率で休車による運休等がなくなれば、現状の運行本数でも輸送能力を上げられることが可能である。

(6) 鉄道セクターの課題

鉄道輸送量は、過去 6 年間で旅客は約 38%、貨物は 3% 増加している。しかし、ONCF にとって鉄道事業におけるリン鉱石輸送を含めた貨物輸送は売上高全体の 62% を占める重要な事業であり、既存の線路容量を最大限活用しながら、増加し続ける需要に対応していく必要があり、そのためにも運休とならないように電気機関車をはじめとした動力車の信頼性を向上させなければならない。

旅客需要に対しては、モロッコ政府の掲げる観光開発プラン「Vision 2020」に位置付けられた年間 1,000 万人の観光客誘致の施策に対する鉄道側の対応として、既に進められているタンジェーカサブランカ間の LGV 高速鉄道計画などを計画通りに実施することにより、旅客需要の増大に対応できていくものと思われる。

一方、モロッコの経済成長とともに増大する貨物輸送の増加に対しては、ロジスティクス開発戦略に基づいて、陸上貨物輸送を担っている道路輸送と鉄道輸送の役割分担を適切に行うように政府の調整が必要である。

現状では、モロッコの旅客輸送の 90%、貨物輸送の 75%は道路輸送が担っており、自動車が主要な交通手段となっており、今後も経済発展にともなうモータリゼーションの進展等により、更なる自動車保有台数の増加が見込まれる。先進国の事例に倣い、現在 25%を担っている鉄道の貨物輸送の分担率は、政府のロジスティクス開発戦略により、適切な機関分担に誘導していく必要がある。

特に、国際的な物流活動の進展やモロッコ国の経済成長等に伴って、港湾取扱量が年々増加し、これらの需要に対応する大型港の整備・拡張が計画されているところ、今後の港湾整備と連動して国内主要拠点間におけるコンテナ、燃料等の鉄道貨物輸送が得意とする需要の増加が想定される。このため、大量輸送性、環境特性に優れる鉄道貨物の輸送力強化が喫緊の課題となっている。

2.2 鉄道セクターにおける既存計画・政策との整合性

2.2.1 ONCF 投資 5 カ年計画 (2010-2015)

ONCF の投資計画は、年 2 回開催される理事会で承認されているものである。現在の投資計画 (2010 年～2015 年) の概要は以下のとおりである。

モロッコの交通セクターにおける鉄道の競争力をさらに強化するために、乗客や事業者の期待に相応しい、交通ネットワークを提供する。そのためには、コスト、利益、採算性などに代表される生産性の向上を行う。

本投資計画の中にも、車両のリハビリテーションが位置づけられており、ONCF 及びモロッコ政府の既存計画との整合性は取れている。

表 2.18 ONCF 投資 5 カ年計画 (2010～2015) の主なプロジェクト内容

カサブランカ～タンジェ間的高速鉄道の建設	新しい貨物ステーションの建設
カサブランカ～ケニトラ (Kénitra) 間の 3 線化	鉄道駅の近代化
セタット (Settat) ～マラケシュ間の複線化	車両のリハビリテーション
東部方面線 (Ligne de l'Oriental) のアップグレード	労働環境の改善 等
車両の新規購入	

出典：ONCF ホームページ (仏語版)、モロッコ経済日誌 2011.11

2.2.2 Rihane50

Rihane50 は ONCF の 2015 年までの戦略的な開発計画をとりまとめたものであり、“Vision 2010”の目的に沿った挑戦 (50 百万人と 50 百万トンの輸送と 50 十億 MAD の投資) を目指している。

Rihane50 の主な方針は以下の通り。

- 方針 1：鉄道が顧客のためにモロッコで準拠される交通機関となること
- 方針 2：成長し続ける競争力のある企業
- 方針 3：人的財産の管理に関しモデルとなる企業
- 方針 4：自治体のための企業
- 方針 5：サプライヤーのためのパートナー

この5つの基本方針を実現するために、手段として以下の開発プログラムが挙げられている。

＜大規模建設プロジェクト＞

- カサブランカ～タンジェ間の LGV 建設
- ケニトラ～カサブランカ間の線路容量の増強
- セタット～マラケシュ間の部分複線化
- 車両の調達

＜ロジスティクス強化＞

- 貨物拠点の整備
- ジャンクションの整備
- Nouaceur～Sidi el-Aidi 間の複々線化
- 車両の調達

＜持続可能性のあるモビリティおよび交通の実現＞

- 施設の更新
- 駅舎の近代化
- 労働環境の改善
- 車両のリハビリテーション

2.2.3 プロジェクトとの整合性

本リハビリテーション事業と関連する事項としては、Rihane50 の中で、貨物輸送がロジスティクスにおける主役となり、OCP のリン鉱石関連事業の推進役となることが明記されている。また、環境保全に配慮した活動を行うことも盛り込まれ、持続可能性のあるモビリティおよび交通の実現として“車両のリハビリテーション”を挙げている。

一方、本事業の内容は、鉄道貨物の輸送力増強を目的とし、耐用年数を超えている重要な役割を担っている日本製電気機関車のリハビリテーションであり、既存の抵抗制御による直流電動機駆動から最新技術による省エネルギー性、保守性に優れたインバータ制御による交流電動機駆動に取り換えることによって、CO₂の削減を図るものである。

以上より、ONCF のビジョンとも本リハビリテーション事業は整合性がとれるものと言える。

2.3 その他関連セクターにおける既存計画・政策との整合性

2.3.1 リン鉱石関連プロジェクト

(1) 増産計画

OCP は、リン鉱石の産出量を現在の年間 2,800 万 t から 2020 年に 5,500 万 t とすることを目標としている。また、肥料の生産量は 360 万 t から 1,000 万 t と約 3 倍に増産することを予定している。

（2）スラリー・パイプラインの概要

スラリー・パイプラインは、将来のリン鉱石の増産に伴う輸送需要の増加に対応するため、クーリブガ～ジョルフラスファー間 235km を結ぶ計画で、2012 年の OCP 年次報告書によれば、試運転は 2014 年開始とされている。



出典：OCP Annual Report 2010

図 2.22 スラリー・パイプラインルート図

フランス開発庁（Agence Française de Développement、以下 AFD）公表資料によれば、現在、クーリブガ地域のリン鉱石鉱山から、ジョルフ・ラスファールの加工施設や輸出港であるカサブランカ港までのリン鉱石輸送を鉄道に頼っているが、水と混合させたリン鉱石を大量にクーリブガからジョルフ・ラスファールまで輸送するスラリー・パイプラインの整備を行っている。

プロジェクトの実施により、鉄道輸送に比して輸送コストの 80%削減、温室効果ガス 71 万 t-CO₂ の排出削減が見積もられている。

スラリー・パイプラインの輸送能力は 3,800 万 t/年であり、クーリブガからジョルフ・ラスファールまでの 187km のパイプライン本線と、始めの 30km の下り坂を流すためのポンプステーションを整備することにより、残りの区間は重力による力で流下させる仕組みである。なお、起点側クーリブガは海拔 775 m、終点側のジョルフ・ラスファールは海拔 66 m である。

（3）整備の資金調達等

スラリー・パイプラインの整備に関して、プロジェクト開始にあたって、環境性が高く、かつ社会的な効果が得られる持続的な開発計画を進めるため、AFD と OCP は共同で事業を進めるための協定を締結した。

次に、戦略的な用水確保、水資源を保全した工業開発を実施する支援として、2011 年 9 月に AFD は OCP に対して 1.8 億ユーロを供与した。下表に資金調達の概要を示す。

表 2.19 スラリー・パイプライン整備の資金調達の概要

項目	内容
出資者	AFD および OCP
事業者	OCP
施工監理	OCP
事業費総額	4.3 億ユーロ
AFD による融資総額	2.4 億ユーロ
貸付日	2009 年 12 月 17 日
施工期間	5 年

出典：Minéroduct de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP)
entre Khourigba et Jorf Lasfar, AFD, 2012 年 4 月

2.3.2 港湾プロジェクト

(1) サフィ新港

サフィリン鉱石ハブプロジェクト（SPH:Safi Phosphate Hab）の一環として進められているもので、サフィ新港とリン鉱石関係の施設（1,300ha OCP グループがサフィで展開する全事業が移転予定）が整備される計画である。

また、モロッコ国営電力・水道公社（Office National de l'Electricite et de l'Eau Potable、以下「ONEE」）はサフィに石炭火力発電所の建設を進めており、第 1 期（2017 年）においては 1,320 MW の発電能力、第 2 期（2020 年）においては 2,640 MW の発電能力の確保を目標としているが、本発電所で使用される石炭は、サフィ新港から供給される予定である。

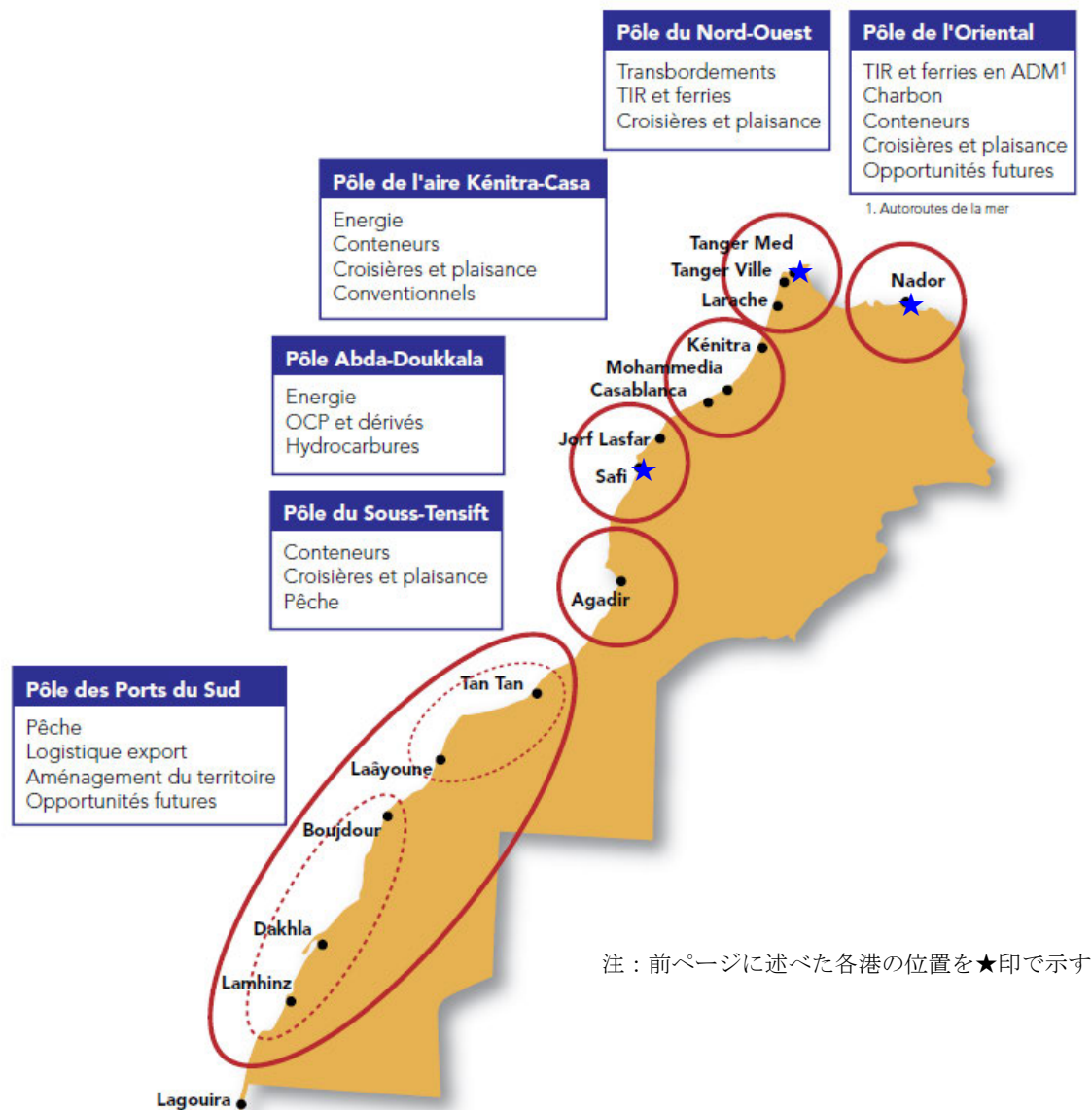
新港の貨物取扱量は、1,400 万 t の見込みである。

(2) 西ナドール港

2030 年を目標年次とするモロッコ港湾マスタープランの中で位置づけられているプロジェクトである。港湾に隣接した 850 ha の敷地に石油製品の一大拠点を整備し、モロッコ内のみならず、周辺諸国への供給を行う予定である。この拠点は、高速道路や鉄道ネットワークとも連結される予定である。

(3) タンジェメッド港（第二期）

既に供用が開始されている第 1 期に引き続き、80 億 MAD を投じ、2015 年の完成を目標としているコンテナターミナルプロジェクトである。取扱可能量は 300 万 TEU の予定である。第 1 期とあわせて 800 万 TEU の取扱量を予定し、地中海地域およびアフリカ大陸における一大港湾拠点になることを目標としている。



注：前ページに述べた各港の位置を★印で示す

出典：La stratégie portuaire nationale à l'horizon 2030、設備運輸省

図 2.23 港湾クラスターとその使命

2.4 他援助機関による鉄道関連分野支援動向

2.4.1 モロッコへの支援の国際動向

モロッコの ODA 資金のセクター間の配分状況を下表に示す。2008 年から 2012 年の 5 年間では、各年の ODA 純受取額総額は 1,611 百万 USD から 3,763 百万 USD まで各年の変化が大きい。

表 2.20 ODA 純受取総額のセクター別割合の推移 (2008 年～2012 年)

(単位：百万 USD ドル)

	2008	2009	2010	2011	2012
社会インフラ	830.0	672.5	782.7	673.1	646.3
教育	264.3	392.8	318.2	215.1	241.4
保健	103.1	62.2	55.0	13.5	22.3
人口計画	3.0	19.2	8.6	17.8	7.1
水・衛生	352.8	146.9	267.7	306.6	149.6
政府・市民社会	74.2	21.4	41.6	96.1	136.9
その他 (社会インフラサービス)	32.7	30.0	91.5	24.0	89.0
経済インフラ	1,278.3	742.6	783.2	544.6	1,898.9
運輸	925.2	578.3	642.1	497.5	1,108.0
通信	1.2	1.2	4.3	1.2	1.3
エネルギー	129.6	145.0	134.4	37.2	745.2
銀行・金融	81.5	3.1	1.2	2.4	38.5
ビジネス・その他	140.8	15.0	1.2	6.4	5.8
生産セクター	595.1	268.9	512.9	91.8	391.3
農・林・水産	494.0	260.2	185.1	84.2	117.7
工・鉱業・建設	96.9	3.6	325.6	6.3	272.2
貿易政策	2.6	3.6	1.2	1.2	1.2
観光	1.7	1.5	1.0	0.2	0.1
マルチセクター	129.9	35.4	43.6	285.9	734.3
商品援助			0.9	0.9	69.5
債務関係		0.2	0.2	0.2	
人道支援	1.2	2.2	4.2	6.8	10.8
ドナー側管理・事務費	5.0	4.2	3.9	4.1	7.2
ドナー国内難民支援	0.2				1.4
分類不可	7.1	4.5	6.2	3.5	3.7
合計	2,846.8	1,730.5	2,137.7	1,611.0	3,763.2

出典：OECD、Credit Reporting System Online Database (2008～2012 年) から CRS/Aid Activity-Aggregated by sectors を基に作成

各年のセクター別の内訳は経済インフラが全体の 33 %～50 %を占めている。なお、その中でも大きな割合が運輸インフラに対する配分であり、ODA 全体額の 30 %～33 %で推移している。

ドナー別支援の動向を見ると、対モロッコ ODA においてはフランスが 1980 年代から一貫して上位国であり、2008 年から 2012 年までの、同国 ODA 総額に占める国別割合の 32.2 %を占めている。EU が 21.8 %であり、日本、ドイツ、米国が約 7 %で並んでいる。

同期間における主要ドナーのセクター別資金配分を見ると、フランス、日本、EU が運輸セクターに協力している。日本は水資源開発の分野に一番多くの支援を行っており、運輸セクターはその次となっている。

世銀においては、2010 年から 2014 年のうち、農業セクターに最も多くの支援を行っており、運輸セクターについては、2010 年と 2011 年に協力しており、その内容は都市交通計画の見直しや地方道路整備である。

表 2.21 主要ドナーのセクター別資金配分 (2008 年～2012 年)

(単位：百万 USD ドル)

セクター	フランス	日本	ドイツ	スペイン	イタリア	米国	EU	その他
教育	870.8	7.9	213.0	73.1	0.7	26.8	173.5	65.9
保健	51.8	4.4	0.1	33.2	2.7	2.8	125.5	35.7
水資源開発	102.4	530.7	213.0	6.1	8.1	0.0	69.6	293.5
政府・市民社会	14.1	0.9	8.3	47.1	1.3	6.7	203.0	88.8
社会インフラ	108.4	4.9	9.5	41.1	0.4	1.4	70.7	30.6
運輸	1,559.4	254.6	0.0	18.5	0.0	10.6	927.8	980.2
通信	0.9	0.7	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	6.7
エネルギー	243.7	7.5	373.0	146.3	0.0	4.0	330.5	86.4
金融	0.3	0.1	39.9	0.0	2.0	0.0	0.0	84.4
農業	103.3	9.4	15.8	45.2	1.5	688.7	153.3	123.8
工業	320.2	1.4	0.1	14.7	0.2	4.6	345.8	17.6
マルチセクター	394.2	17.5	42.4	23.4	0.8	49.2	152.9	548.6
対モロッコ ODA 総額に占める割合	32.2%	7.2%	7.8%	3.8%	0.2%	6.8%	21.8%	20.2%

出典：OECD、Credit Reporting System Online Database (2008～2012 年) から CRS/Aid Activity-Aggregated by sectors を基に作成

表 2.22 世銀プロジェクトのセクター別の動向 (2010 年～2014 年)

(単位：百万 USD ドル)

	2010	2011	2012	2013	2014
教育	60.0	0.0	89.0	100.0	0.0
保健	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水・衛星	218.0	138.6	51.0	130.0	0.0
政府・市民社会	100.0	0.0	102.0	72.0	200.0
運輸	81.5	136.7	0.0	0.0	0.0
通信	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
エネルギー	0.0	0.0	200.0	0.0	190.5
金融	200.0	0.0	50.0	0.0	0.0
ビジネス・その他	0.0	0.0	152.8	0.0	0.0
農・林・水産	70.0	205.0	0.0	203.2	120.0
貿易政策	0.0	0.0	21.0	88.0	30.0
合計	729.5	480.3	665.8	593.2	540.5

出典：World Bank、Projects & Operations Data (2010～2014 年) を基に作成

2.4.2 実施中の鉄道関連分野における支援の概要

モロッコにおいて実施中の、鉄道関連分野支援動向を以下に示す。

(1) ケニトラ～カサブランカ～マラケシュ間輸送力増強プロジェクト

モロッコの開発において重要な区間であるケニトラ～カサブランカは旅客輸送の 50%と貨物輸送（リン鉱石の輸送を除く）の 70%に利用されている。一方、同区間の線路容量に対する占有率が 75 %となっており、UIC が推奨する 60%を超過した状況にある。この占有率に対して、3 線化や複線化により輸送力を増強し、30～60%に是正することを目的としている。これにより、経済都市のカサブランカと観光都市マラケシュ間の所要時間は 37 分短縮され、マラケシュ方面への観光需要にも対応できるものとなる。

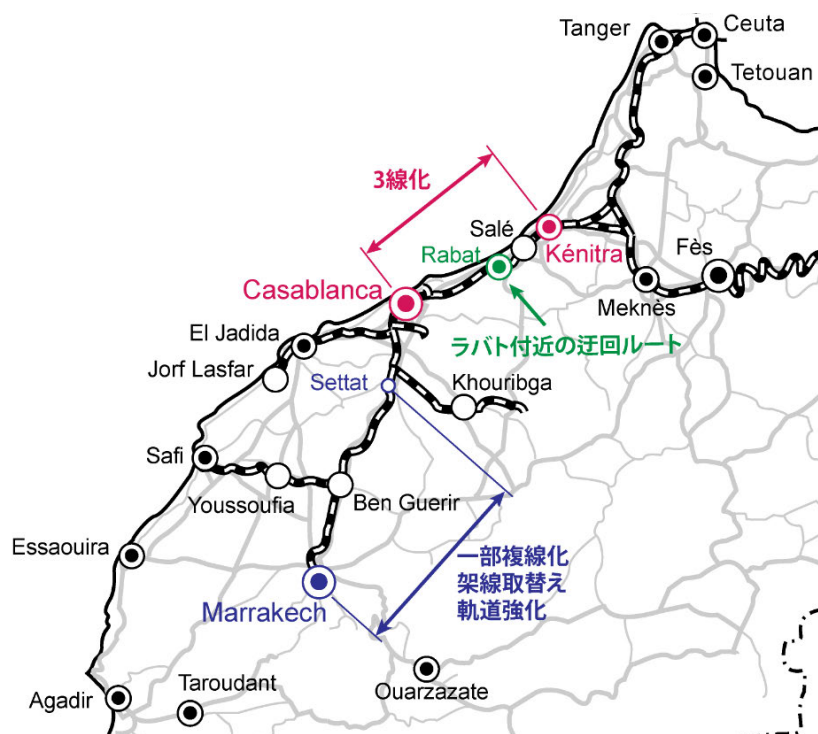
事業概要： ケニトラ～カサブランカ：3 線化（延長 108km）、ラバト付近の迂回ルート（延長 40km）の建設

セタット～マラケシュ：一部複線化（延長 66km）、架線取替え（延長 140km）、軌道強化（延長 32km）など

事業費：54 億 MAD（うち援助額 25 億 MAD）

工事期間：2012 年～2017 年

援助機関：アフリカ開発銀行（AfDB）



出典：調査団

図 2.24 ケニトラ～カサブランカ～マラケシュ間輸送力増強プロジェクト位置図

(2) 高速鉄道整備計画³

2011 年 9 月、カサブランカ～ラバト～タンジェ間を結ぶ LGV 敷設工事の着工式が、国王及びフランスのサルコジ大統領（当時）などの出席のもと行われた。工事完了は 2015 年を予定しており、完成後のカサブランカ～タンジェ間の所要時間は、現在の 4 時間 45 分から、2 時間 10 分へと短縮される見込みである。

事業概要：タンジェ～ケニトラ～ラバト～カサブランカ（約 225km）の高速鉄道建設

最高速度 320km/h（新線区間：タンジェ～ケニトラ）、

200～220km/h（既存線改良区間：ケニトラ～ラバト～カサブランカ）

事業費：200 億 MAD（うち援助額 140 億 MAD）

工事期間：2012 年～2015 年

³ JETRO 「モロッコの投資環境」(2013 年 3 月)より引用

援助機関：フランス国政府（無償）、フランス開発局（AFD）、サウジアラビア開発基金（SFD）、アラブ経済開発クウェート基金（KFAED）、アブダビ開発基金（ADFD）アラブ経済社会開発基金（AFESD）



出典：調査団

図 2.25 高速鉄道整備計画（LGV）のプロジェクト位置図



出典：ONCF ウェブサイト

図 2.26 LGV 完成イメージ

2.4.3 その他の支援、プロジェクトの動向等

(1) ウジダ〜フェズ間近代化プロジェクト（計画中⁴）

ウジダ〜フェズ間の改良および電化プロジェクトであり、ウジダ〜フェズ間のうち 100 km（総延長の 30%）を改良するほか、フェズ〜タザ間 120 km（第 1 期区間）を電化し、トンネルや橋梁を強化する計画である。このプロジェクトは、現状 80 万人利用から 150 万人利用への増加を想定した旅客駅の建設も含んでいる。

(2) ジブラルタル海峡鉄道トンネル計画⁵

2003 年モロッコとスペインは、ジブラルタル海峡に鉄道路線（複線）を通す海峡トンネルの建設計画に合意した。2006 年にはスイスのロンバルディ・エンジニアリング・リミテッド（Lombardi Engineering Limited）が、この海峡トンネル計画設計を受注し、作業が開始されている。

2.5 事業実施の必要性

モロッコの経済は 2001 年以降、年平均 5%で経済成長してきており、IMF の予測によると今後も 2018 年まではほぼ 5%の成長が見込まれている。

着実に成長しているモロッコの経済において、運輸セクターの動向見ると、鉄道旅客輸送は 2007 年からの 5 年間で 38%伸びている。今後も政府の観光振興の推進及び経済活動の発展に伴う旅客需要の伸びが予想されるが、これに対しては、モロッコ政府及び ONCF は LGV の整備、複線化、電化、電車導入などの各種計画に既に着手しており、これらによって対応する予定である。一方、鉄道貨物輸送量は、同じ期間で 3%の伸びに留まっている。この理由としてはモータリゼーションの急激な進展及び道路整備が進んだことにより、自動車貨物輸送の割合が大幅に伸びていることが原因として推測される。

IMF によれば、今後、同国の貿易額は年率約 7%の増加が予測されており、それに伴い貨物輸送量の伸びも予測される。この増加する貨物輸送に関してモロッコ国政府は、ロジスティクス開発戦略に沿って、自動車貨物輸送から鉄道貨物輸送にモーダルシフトさせる施策を取る予定であり、同国の物流増加に伴って ONCF の輸送力増強が求められている。ONCF の売上高は、2012 年には貨物輸送が 62%を占めており、ONCF の経営基盤は旅客輸送より貨物輸送に依存しており、ONCF の財務健全性維持・強化の観点からも、貨物輸送力を増強する事が望ましい。

従って、同国にとって鉄道貨物輸送能力の維持は経済発展上の最重要課題であり、ONCF の貨物輸送の効果的な運用は極めて重要である。

しかし、貨物輸送で重要な役割を担ってきた日本製電気機関車は、平均車齢が一般的な耐用年数と考えられる 30 年を超えており、老朽化による故障の頻発、スเปアパーツの入手難（主に製造中止が原因）により、修繕待ち・部品待ちによる長期間の休車状態を余儀なくさるものもあり、これらの機関車の稼働確保に苦労している。

⁴ 計画段階であり支援機関は未定

⁵ JETRO 「モロッコの投資環境」(2013 年 3 月)より引用

このように、これらの電気機関車は通常のメンテナンスによる継続使用が難しい状況になりつつあるものの、これまで ONCF は高い維持管理技術力をもって、メンテナンスを施し、供用してきた結果、車体、台車（E1250 形式を除く）等の主要機械品は比較的良好な状態である（詳細は第 4 章参照）。このため、現有の電気機関車を最大限に活用して、これら電気機関車の延命・更新を図ること（リハビリテーション事業）が輸送力増強を効果的に行う方策であり、事業実施の必要性が高い。

第 3 章 将来の機関車需要の予測

3.1 将来貨物需要の予測

日本製電気機関車の使用用途に鑑み、リン鉱石と一般貨物に区分し、将来貨物輸送量の予測を実施する。

リン鉱石輸送に関わる将来需要については、プレ F/S の需要予測結果のレビューを行い、本調査で得られた情報および最新の公表データ等を用いて、将来需要予測結果を更新する。

また、一般貨物の需要予測は、既存のデータ等を収集・活用して、貨物輸送量の現状及び将来需要予測を行う。

3.1.1 リン鉱石輸送に関わる将来需要予測のレビューおよび更新

(1) リン鉱石の産出状況

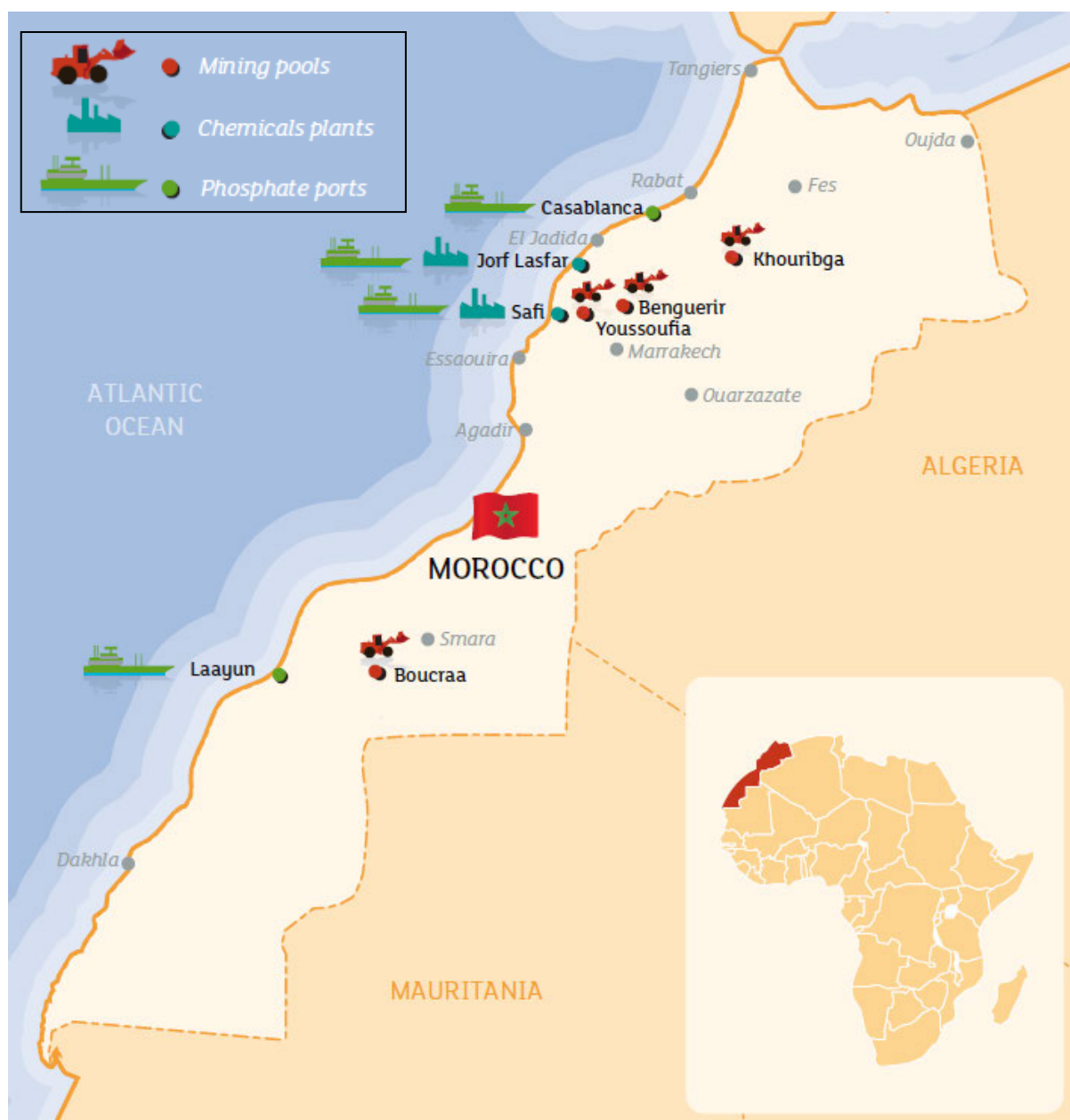
モロッコ国におけるリン鉱石は、クーリブガ、ガントゥール、ブークラの 3 地区において産出されており、2012 年におけるリン鉱石の産出状況は、以下に示す通りである。

表 3.1 地区別リン鉱石産出状況

(単位：万 t/年)

地区名	2012 年実績
クーリブガ	1,800 万 t
ガントゥール (ベンゲリールおよびユーソフィア)	800 万 t
ブークラ	240 万 t
合計	2,840 万 t

出典：OCP Annual Report 2010、2012



出典：OCP Annual Report 2010

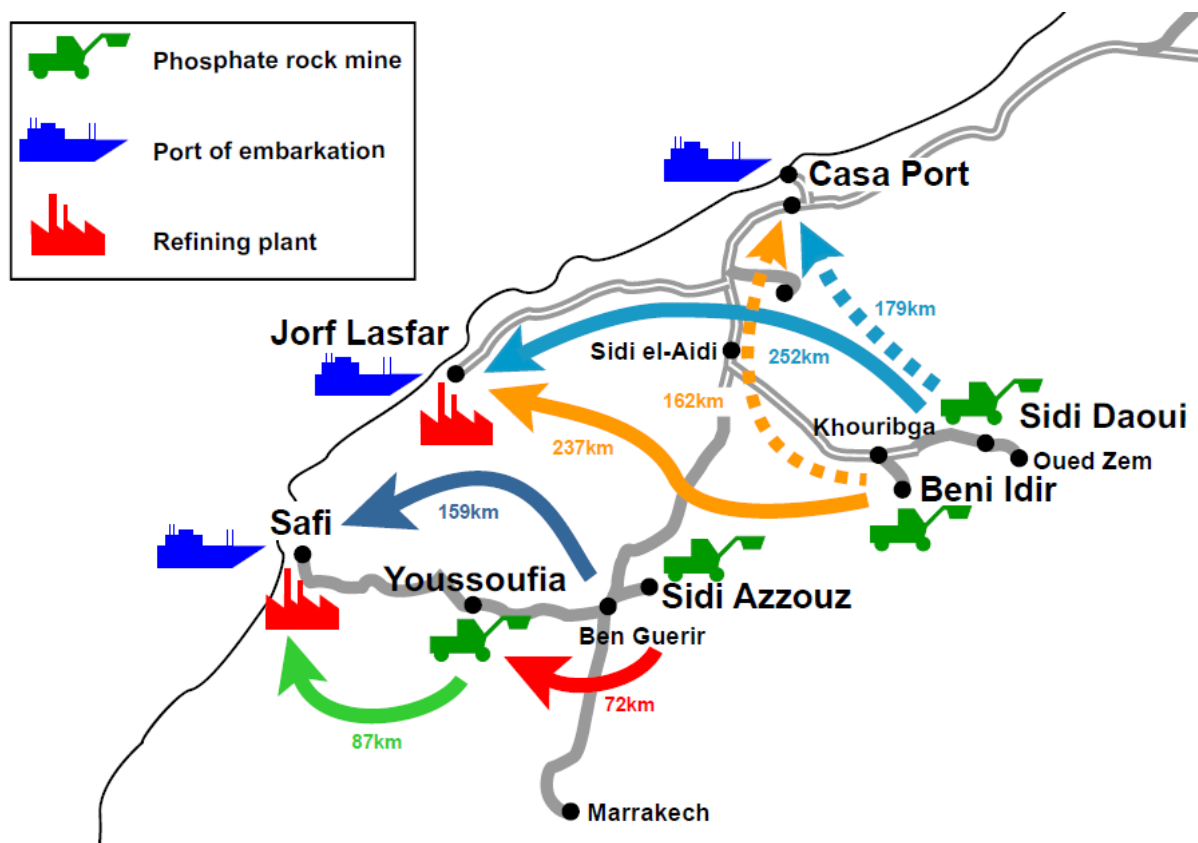
図 3.1 リン鉱石鉱山の分布状況

(2) 輸送ルート

鉄道によるリン鉱石輸送ルートは、北軸、南軸に大別される。

北軸における基本的な輸送パターンは、クーリブガ地区における 2 つの積込駅（シディ・ダウィ駅およびベニイディール駅）から、それぞれリン鉱石精製工場および積出港のあるジョルフ・ラスファール駅、または、カサブランク市に立地するカサポール駅へ至る 4 パターンがある。

また、南軸については、シディ・アスース、あるいはユーソフィアからサフィ港・サフィ精製工場へ至る 2 パターンに加え、シディ・アスース～ユーソフィア間を加えた、3 パターンの輸送形態がある。なお、シディ・アスース～ユーソフィア間の輸送は、ベンゲリール鉱山で産出したリン鉱石を、ユーソフィアにて乾燥・洗浄するためのものである。



出典：経済産業省「平成 23 年度インフラ・システム輸出促進調査等事業『モロッコ・リン鉄道鉱石輸送力増強に関する調査報告書』」

図 3.2 リン鉱石輸送ルート

(3) 輸送量およびダイヤ

ONCF によると、リン鉱石輸送に関わる輸送量および列車運転ダイヤなどは以下の通りとなっている。

<リン鉱石輸送量>

- 2012 年における ONCF によるリン鉱石輸送量は北軸 1,800 万 t、南軸 1,000 万 t で、計 2,800 万 t である。

<運行本数>

- 1 年 365 日運行され、北軸は平均 15 本/日（カサブランカ行とジョルフ・ラスファール行の比率は 1 : 2）、南軸は 10 本/日である。
- なお、北軸の計画上の運行本数は 17 本である（OCP からの要望により増減。南軸は計画上の運行本数と同じ）。

<1 列車あたりの輸送力>

- 北軸、南軸ともに貨車は 60 両連結されており、貨車 1 両の自重は 16 t/両、リン鉱石積載可能量は 64 t/両である。
- これより、1 列車あたりの輸送力は 3,840 t である。

<電気機関車保有数>

- 北軸は 17 両で、うち日本製 (E1100 形式 6 両、E1200 形式 2 両) が 8 両、フランス製 (E1350 形式) が 9 両である。南軸は 10 両で全て日本製 (E1100 形式) である。

(4) 現運行ダイヤによるリン鉱石輸送能力の推計 (参考試算)

本調査で実施したヒアリングから、1 列車あたりの輸送力、運行本数、年間稼働日数が得られた。これをもとに、リン鉱石の列車あたり輸送力を推計すると下表の太枠内のようになり、実際に輸送している年間輸送実績 (右欄) と比較すると数字に開きがあることが分かる。仮に、100% の積載率で、休車による運休等がなくなれば、現状の運行本数でも年間約 3,500~3,800 万 t を輸送できることになる。

表 3.2 現運行ダイヤによるリン鉱石輸送能力の推計

	列車あたり輸送力 (t/列車)	運行本数 (本/日)	年間稼働日数 (日)	年間輸送能力 (万 t/年)	年間輸送実績 (万 t/年)
北軸	3,840	15~17	365	2,102~2,383	1,800
南軸	3,840	10	365	1,402	1,000
合計	3,840	25~27	365	3,504~3,785	2,800

出典：調査団

(5) 将来の見通し

ONCF によると、リン鉱石輸送に関わる将来の見通しなどは以下の通りとなっている。

<リン鉱石産出量目標>

- 2020 年のリン鉱石産出量目標は 5,600 万 t である⁶。また、地区別の産出量目標は北軸 3,800 万 t、南軸 1,000~1,200 万 t である⁷。

<スラリー・パイプラインの影響>

- OCP が整備を進めているのは北軸のクーリブガ〜ジョルフ・ラスファール間である。
- OCP によればスラリー・パイプラインが整備されても、現在 ONCF が輸送しているリン鉱石の輸送量 (北軸) は概ね維持されることがある。
- ONCF によれば、スラリー・パイプラインはクーリブガ地区の鉱山での増産分の輸送を担い、従来からの産出分は鉄道輸送される予定となっている。

<北軸におけるカサブランカ港への輸送廃止の可能性>

- 環境問題などから廃止の可能性はある。

⁶ ヒアリング時の ONCF 担当者によるリン鉱石産出量の回答は 5,600 万 t/年であったが、OCP の資料では 5,500 万 t となっているため、需要予測では 5,500 万 t として検討している。

⁷ 北軸、南軸の合計は 4,800~5,000 万トンとなり、モロッコ国全体の将来の産出目標と差異が生じるが、この差異分はブークラ地区分によるものと推察される。

(参考) カサブランカ港への輸送廃止の影響

積出港としては、カサブランカ港よりもジョルフ・ラスファール港のほうが山元からの地理的距離が遠いため輸送距離が長い。そのため、1回の輸送で要する時間も長くなり、電気機関車の回転率も悪くなり、同じ運行本数であっても必要となる電気機関車の数は多くなることが想定される。

表 3.3 積込～積み出し地間の距離

	カサポール駅	ジョルフ・ラスファール駅
シディダウイ	179km	252km
ベニイディール	162km	237km

出典：ONCF 資料

ヒアリング結果等をふまえて、将来の見通しを以下の通り設定する。

① 地区別リン鉱石産出量の推計

本調査のヒアリングで得られた情報および公表データ等を参考に、2020 年における地区別産出量を以下の通り設定する。

表 3.4 地区別リン鉱石産出量の設定

地区名	2012 年 (実績値)	2020 年 (推計値)	説明 (2020 年)
クーリブガ (北軸)	1,800 万 t	3,800 万 t (2.11 倍)	ONCF ヒアリングより
ガントゥール (南軸)	800 万 t	1,000～1,200 万 t (1.25～1.50 倍)	ONCF ヒアリングより
ブークラ	240 万 t	500～700 万 t	2020 年におけるモロッコ国全体の年間産出量 5,500 万 t からクーリブガ、ガントゥール地区産出量を引いたもの
合 計	2,840 万 t	5,500 万 t	ONCF 担当者ヒアリングでは 5,600 万 t との回答があったが、OCP の Annual レポートでは 5,500 万 t との記述があったため、現時点ではその数値を採用。

参照：OCP Annual Report 2009, 2010, 2011, 2012

出典：ONCF へのヒアリングに基づく調査団による設定

② リン鉱石産出量に対する輸送手段分担の設定

北軸に関しては、スラリー・パイプラインの整備が進められているが、現在 ONCF が輸送しているリン鉱石の輸送量は概ね維持されるところであるため、現状と同等の 1,800 万 t とした。

南軸に関しては、スラリー・パイプライン等の他の輸送手段の整備の計画がないため、増産分も鉄道による輸送を想定した。

表 3.5 リン鉱石産出量に対する輸送手段分担の設定（リン鉱石産出量ベース）

輸送手段	輸送手段	2012 年 (実績値)	2020 年 (推計値)
クーリブガ（北軸）	鉄道	1,800 万 t	1,800 万 t
	スラリー・パイプライン	0 t	2,000 万 t
	小計	1,800 万 t	3,800 万 t
ガントゥール（南軸）	鉄道	800 万 t	1,000～1,200 万 t
ブークラ	ベルトコンベヤ	240 万 t	500～700 万 t
合 計		2,840 万 t	5,500 万 t

参照：OCP Annual Report 2009, 2010, 2011, 2012

出典：ONCF へのヒアリングに基づく調査団による設定

③ リン鉱石鉄道輸送量の設定

南軸（ガントゥール地区）に関しては、ベンゲリール鉱山とユーソフィア鉱山間で鉱石の洗浄、乾燥のための横持ち輸送が行われているためと推察される。このため、現状において、南軸の「リン鉱石産出量（800 万 t/年）」と「鉄道によるリン鉱石輸送量（1,000 万 t/年）」において差異が生じている。

このため、南軸における将来の鉄道輸送量の設定にあたっては、この横持ち輸送を考慮し「現状の南軸の鉄道輸送量に 1,000 万 t」に「上記②で設定したガントゥール地区のリン鉱石産出量の伸び率 1.25～1.50 倍」を乗じ、1,250 万～1,500 万 t とした。

表 3.6 将来リン鉱石 鉄道輸送量の設定

(単位：万 t/年)

	リン鉱石産出量ベース（再掲）		鉄道輸送ベース	
	2012 年 (実績値)	2020 年 (推計値)	2012 年 (実績値)	2020 年 (推計値)
北軸 (クーリブガ)	1,800	1,800	1,800	1,800
南軸 (ガントゥール)	800(a)	1,000～1,200(b) (c=b/a=1.25～1.50 倍)	1,000(d)	1,250～1,500 (=d×c)
合計	2600	2,800～3,000	2,800	3,050～3,300

出典：調査団

④ 将来運行本数の設定

上述の通り、北軸に関しては ONCF が輸送するリン鉱石の輸送量は将来も増加しないと想定して、運行本数は現状と同じ本数とする。

南軸に関しては、「現状の南軸の運行本数に 10 本」に「上記①で設定したガントゥール地区のリン鉱石産出量の伸び率 1.25～1.50 倍」を乗じ、13～15 本とした。

以上より、2020 年において北軸、南軸全体に必要な運行本数は 28～32 本となった。

表 3.7 将来運行本数の設定

	2012 年（実績値）		2020 年（推計値）	
	鉄道輸送量 （万 t /年）	運行本数 （本/日）	鉄道輸送量 （万 t /年）	運行本数 （本/日）
北軸	1,800	15~17	1,800	15~17
南軸	1,000	10	1,250~1,500	13~15
合計	2,800	25~27	3,050~3,300	28~32

出典：調査団

3.1.2 その他一般貨物輸送に関わる将来需要予測

(1) 輸送量およびダイヤ

ONCF によると、一般貨物輸送に関わる輸送量および列車運転ダイヤなどは以下の通りとなっている。

<輸送量>

- 2012 年における ONCF による一般貨物の輸送量は 900 万 t である。
- タンジェメッド港の開港以来、コンテナおよび燃料（石油、石炭）の取扱が増え、結果として ONCF の貨物輸送量が増加している。

<運行本数・ダイヤ等>

- リン鉱石以外の一般貨物列車は 1 日あたり 21~23 本運行されている⁸。
- 主な運行区間としては、マラケシュ～フェズ～タンジェ、フェズ～ウジタ～ナドールであり、前者は電化区間、後者は非電化区間となっている。
- 主な貨物輸送としては、タンジェ～カサブランカ間のコンテナ貨物列車（1 日 2 本）、タンジェメッド～ケニトラ間（1 日 1 本）等である。（詳細は次ページ表参照）
- 線路容量の関係で原則として夜間のみの運行である。インフラの保守点検のための時間などを考慮すると、運行可能な時間は夜間のうちの 5~6 時間のみであり、運用上の制約となっている。
- 限られた時間で貨物列車を運行しなければならないため、定時性の確保が求められ、信頼性の高い機関車が求められている。

<電気機関車保有数>

- 電気機関車 13 両（E1100 形式 2 両、E1200 形式 6 両、E1400 形式 5 両）である。また、非電化区間を運行するためディーゼル機関車 34 両保有している。

⁸ ONCF 担当者へのヒアリングでは、24 本との回答であったが、別途受領した資料（次ページ参照）から計算した値を表記。

表 3.8 リン鉱石以外の貨物列車運行状況

区間	貨物	列車本数/日
Tanger Med – Casablanca	コンテナ	2
Tanger – Kenitra	燃料	1
Tanger – Meknes	ガソリン	1
Casablanca – Marrakech	麦	2
Safi – Casablanca	コンテナ/麦	1
Jorf – Khouribga	石炭	1
Jorf – Marrakech	ガソリン	1
Tamdrouste – Kenitra	粘土	1
Jorf – Nador	鉄	1
Jorf – Mohammedia	石炭	2～3
Jorf – Meknes	ガソリン	1
Casa Port – Fes, Meknes	麦/砂糖/コンテナ	1～2
Mohammedia – Kenitra	燃料	1
Casablanca – Kenitra	砂糖	1
Casablanca – Marrakech	砂糖	1
Casablanca – Meknes	砂糖	1
Casablanca – Fes	砂糖	1
Casablanca – Oujda	砂糖	1
合 計		21～23

出典：ONCF ヒアリングに基づく

(2) 将来の見通し等

ONCF によると、一般貨物輸送に関わる将来の見通しなどは以下の通りとなっている。

＜一般貨物輸送の将来見通し＞

- 2012 年の年間 900 万 t から 2015 年までに、少なくとも 1,100 万 t、最大で 1,500 万 t まで増加させるという目標を立てている。
- コンテナ貨物のほか、火力発電所の新設・増強などで石炭などの燃料需要の増加が見込まれ、結果として、鉄道貨物需要の増加が見込まれる。

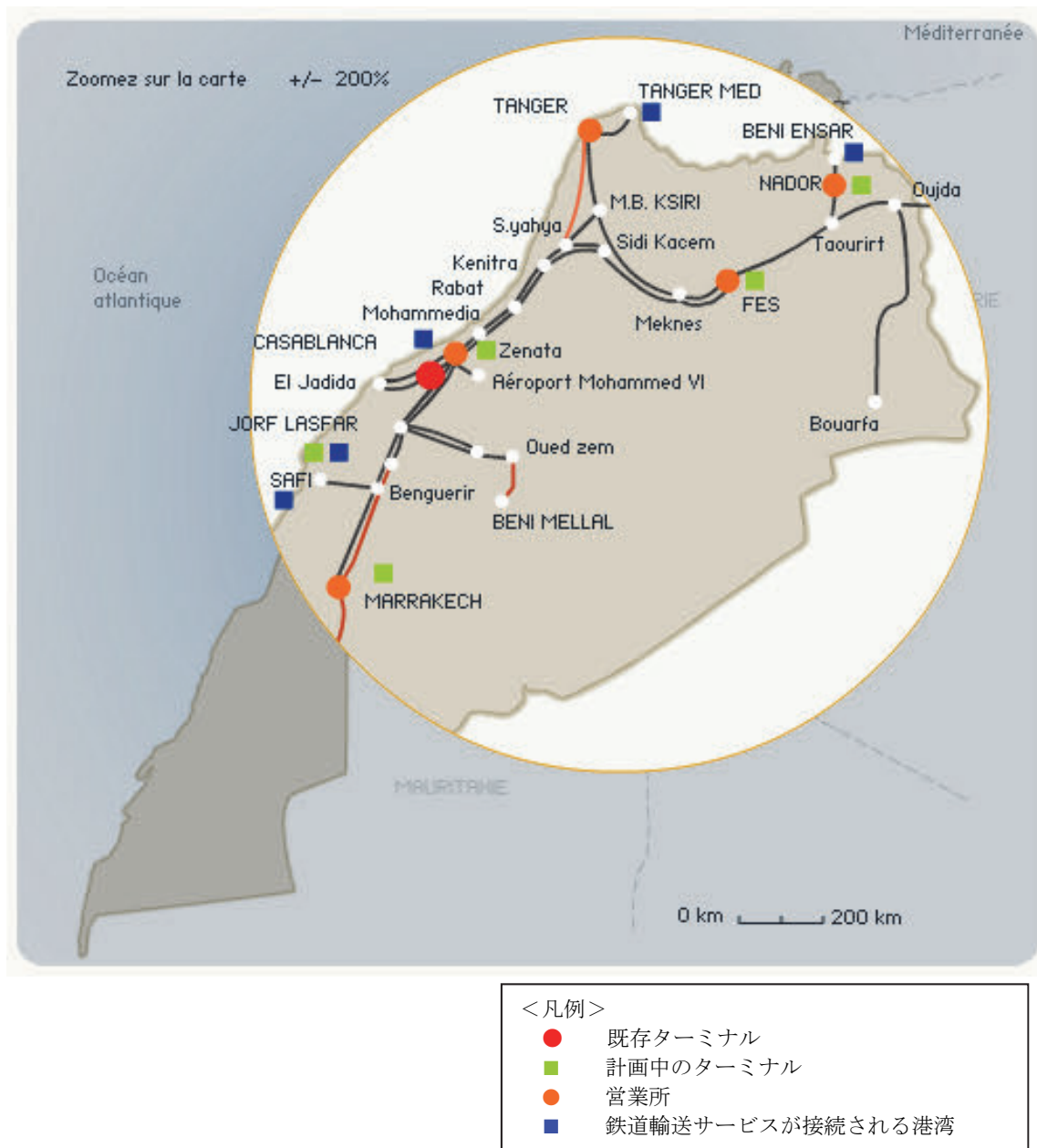
＜具体的な列車増発計画＞

- タンジェメッド港のコンテナ取扱量が、ダンジェメッド 2 の整備（2015 年）により、現状 350 万 TEU から 500 万 TEU まで増加する見込みであることをうけて、タンジェ～カサブランカ間のコンテナ貨物列車の運行本数を 1 日あたり 2 本から 5 本に増便させる予定である。

＜その他鉄道貨物関連プロジェクト＞

- 現在非電化区間となっているフェズ以東の電化プロジェクトを計画中である。
- 麦などの農作物用倉庫をタンジェの ONCF 内の敷地に整備（現在、年間 300～400 万 t 程度輸送：主にタンジェ～フェズ）、

- 燃料関係について、カサブランカ、タンジェメッド、ナドール、ジョルフ・ラスファール、サフィの5つの港湾において ONCF 関係施設の整備
- マラケシュ(60ha)、カサブランカ（アインスバ 44ha、モハメディア 140ha）、タンジェメッド（65ha）、フェズ（65ha）において、ドライポートの建設が進められている。ドライポートには税関が設置される予定である。



出典：ONCF ホームページ

図 3.3 ONCF によるロジスティクス・ターミナルの配置計画図

3.2 必要な機関車数の算出

(1) 現状の輸送量と機関車投入台数の関係の整理

現行輸送量と機関車投入台数の関係は以下の通りである。

表 3.9 現状の輸送量と機関車投入台数の関係

		現行年間輸送量 (A)	現行機関車投入台数 (B)	現行機関車原単位 (C=A/B)
リン鉱石	北軸	1,800 万 t	17 両	106 万 t /両
	南軸	1,000 万 t	10 両	100 万 t /両
一般貨物		900 万 t	13 両	69 万 t /両
合計			40 両	

出典：調査団

(2) 将来必要台数の検討

本リハビリテーション事業の実施により、機関車の稼働率が現行の 80%から 90%に向上するものと仮定すると、将来貨物部門において必要な機関車の運用台数は以下の通りとなる。

貨物部門においては、リン鉱石南軸および一般貨物の輸送需要の増大に伴い、現行の 40 両による運用から、将来は 43～50 両程度の運用可能な電気機関車が必要になると推計される。

日本製電気機関車は合計 42 両しかなく、リハビリテーション工事完了後も引き続き、他国製電気機関車の運転も必要である。

表 3.10 将来機関車必要台数の検討

		将来年間輸送量 (D)	将来機関車原単位 (E=C×0.9/0.8)	将来必要台数 (F=D/E)
リン鉱石	北軸	1,800 万 t	119 万 t /両	16 両
	南軸	1,250～1,500 万 t	113 万 t /両	12～14 両
一般貨物		1,100～1,500 万 t	78 万 t /両	15～20 両
合計				43～50 両

出典：調査団