

NACALA CORRIDOR

(開発調査型技術協力)



PEDEC-NACALA

最終報告書

分析レポート：『天然ガスを利用したバリューチェーン構築』に関する
戦略的マスタープラン

平成27年4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
株式会社 レックスインターナショナル
株式会社 国際開発センター
国際航業株式会社
株式会社 エイト日本技術開発

基盤

JR

15-078

モザンビーク共和国
経済・財務省

ナカラ回廊経済開発戦略策定
プロジェクト

NACALA CORRIDOR

(開発調査型技術協力)



PEDEC-NACALA

最終報告書

分析レポート：『天然ガスを利用したバリューチェーン構築』に関する
戦略的マスタープラン

平成27年4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
株式会社 レックスインターナショナル
株式会社 国際開発センター
国際航業株式会社
株式会社 エイト日本技術開発

目次

序章	1
第1章 モザンビークの天然ガス開発の現況	3
1.1 モザンビークの天然ガス埋蔵量	3
1.2 北部海域での探鉱状況	4
1.3 ロブマ海盆鉱区のエリア1および4における推定埋蔵量	5
第2章 モザンビークにおけるLNG事業の現状	7
2.1 LNG国際貿易の現状	7
2.2 LNG事業計画の現状	9
第3章 モザンビーク国天然ガスマスタープラン	10
3.1 モザンビーク国天然ガスマスタープランの概要	10
3.2 天然ガス利用産業の概観	10
3.3 ロブマ海盆の天然ガスを利用した工業化	11
3.4 天然ガス国内消費の予測	12
3.5 発電や化学工業に配分することができる天然ガス量についての考察	13
第4章 ナカラ回廊における天然ガスを利用したバリューチェーンに関する検討	14
4.1 検討の目的	14
4.2 天然ガス利用の需要と用途	14
4.3 天然ガス関連の化学産業の立地シナリオ	17
4.4 パルマおよびナカラにおける天然ガス需要予測	22
4.5 パルマ・ナカラ天然ガスパイプラインの検討条件	23
4.6 パルマ港での公共港湾整備の予備的検討	25
第5章 天然ガス関連の優先プロジェクト	27
5.1 PEDEC-Nacalaにおける高優先プロジェクト	27
5.2 天然ガス開発に係る高優先プロジェクト	27
第6章 結論	28
6.1 モザンビーク政府の方針：天然ガスマスタープラン	28
6.2 天然ガス利用のバリューチェーン	28
6.3 天然ガス・バリューチェーン構築に関する課題	30
添付 PEDEC-Nacala 最終報告書本編目次	添付-1

図表目次

表 1.1	モザンビーク国の天然ガス埋蔵量	4
表 1.2	ロブマ深海鉱区の権益比率	5
表 1.3	エリア 1 および 4 における埋蔵量推定	6
表 2.1	国別 LNG 輸出量 (2012 年)	7
表 2.2	国別 LNG 輸入量 (2012 年)	8
表 3.1	国内ガス需要に関する暫定的推算	13
表 4.1	国内ガス需要量 (暫定的推算) の熱量基準と容量基準	14
表 4.2	モザンビーク、ザンビア、マラウイにおける尿素需要 (トン)	16
表 4.3	ガス関連産業の立地比較 (パルマ、ペンバ、ナカラの間での比較)	18
表 4.4	シナリオのコストの予備的比較	20
表 4.5	パルマおよびナカラにおける天然ガス需要予測 (稼働日基準)	23
表 4.6	パルマ・ナカラ天然ガスパイプラインの検討条件	23
表 4.7	パルマでの公共港湾整備案の比較	26
図 1.1	天然ガス埋蔵量の国別比較	3
図 1.2	ロブマ海盆鉱区	4
図 3.1	天然ガス利用系統図	10
図 4.1	ガス関連産業の 2020 年までのシナリオ比較	19
図 4.2	ガス関連産業のシナリオ A の発展	21
図 4.3	ガス関連産業のシナリオ B の発展	22
図 4.4	パルマ・ナカラ間パイプラインルート案	24
図 4.5	パルマの産業及び港の立地案 (Anadarko 案)	25

略語表

略語	日本語表記	英語表記	ポルトガル語表記
CNG	圧縮天然ガス	Compressed Natural Gas	Gás Natural Comprimido
CO ₂	二酸化炭素	Carbon Dioxide	Dióxido de Carbono
DUAT	土地利用権	Land Use Right	Direito de Uso e Aproveitamento da Terra
DRI	直接還元鉄	Direct Reduction Iron	Ferro de Redução Directa
EDM	モザンビーク電力公社	Mozambique Electricity Company	Electricidade de Moçambique
ENH	モザンビーク炭化水素公社	Mozambique National Hydrocarbons Company	Empresa Nacional de Hidrocarbonetos
FEED	-	Front End Engineering and Design	-
FDI	外国直接投資	Foreign Direct Investment	Investimento Estrangeiro Direto
GAZEDA	経済特区庁	Special Economic Zones Office	Gabinete das Zonas Económicas de Desenvolvimento Acelerado
GDP	国内総生産	Gross Domestic Products	Produto Interno Bruto
GJ	ギガジュール	Gigajoule	Gigajoule
GRDP	域内総生産	Gross Regional Domestic Product	Produto Interno Bruto Regional
GTL	ジーティーエル、天然ガスから作られる液体燃料	Gas to Liquids	Gás a Líquidos
H ₂ S	硫化水素	Hydrogen Sulphide	Sulfureto de Hidrogénio
INE	国家統計局	National Statistics Institute	Instituto Nacional de Estatística
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency	Agência Japonesa de Cooperação Internacional
JOGMEC	石油天然ガス・金属鉱物資源機構	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	-
LNG	液化天然ガス	Liquefied Natural Gas	Gás Natural Liquefeito
ME	エネルギー省	Ministry of Energy	Ministério da Energia
MEF	経済・財務省	Ministry of Economy and Finance	Ministério da Economia e Finanças
MGC	マトラガス社	Matola Gas Company	Matola Gas to Company
MIREM	鉱物資源省	Ministry of Mineral Resources	Ministério dos Recursos Minerais
MIREME	鉱物資源・エネルギー省	Ministry of Mineral Resources and Energy	Ministério dos Recursos Minerais e Energia
MMA	メタクリル酸メチル	Methyl Methacrylate	Metacrilato de Metilo
MMcfd	1日あたり百万立方フィート	Million Cubic Feet per Day	Milhões de pés cúbicos por dia
MPD	計画開発省	Ministry of Planning and Development	Ministério da Planificação e Desenvolvimento
MTBE	メチル・ターシャリー・ブチル・エーテル	Methyl Tertiary Butyl Ether	Metil Terciário Butyl Ether
MTO	メタノールトウオレフィン	Methanol to Olefins	Metanol a Olefinas
MTP	メタノールトウプロピレン	Methanol to Propylene	Metanol a Propileno
MTPA	百万トン/年	Million Tons per Annum	Milhões de Toneladas Anuais
MW	メガワット	Megawatt	Megawatt
NEDO	新エネルギー・産業技術総合開発機構	New Energy and Industrial Technology Development Organisation	Organização de Desenvolvimento de Novas Energias e Tecnologia Industrial

ナカラ回廊経済開発戦略策定プロジェクト

分析レポート：天然ガスを利用したバリューチェーン構築に関する戦略的マスタープラン

NGL	天然ガス液	Natural Gas Liquid	Gás Natural Liquefeito
PCD	カーボデルガト港湾会社	Cabo Delgado Ports, Co., Ltd.	Portos de Cabo Delgado, S.A.
PEDEC-Nacala	ナカラ回廊経済開発戦略策定プロジェクト	The Project for Nacala Corridor Economic Development Strategies	Projecto das Estratégias de Desenvolvimento Económico do Corredor de Nacala
SAPP	南アフリカ電力プール	South African Power Pool	Pólo Energético da África Austral
SEZ	経済特区	Special Economic Zone	Zona Económica Especial
SME	中小企業	Small and Medium Enterprises	Pequenas e Médias Empresas
Tcf	1 兆立方フィート	Trillion Cubic Feet	Trilhões de pés Cúbicos
USD	アメリカ合衆国ドル	United States Dollar	Dólar dos Estados Unidos
2P Reserves	確認埋蔵量と推定埋蔵量の合計	Proved plus Probable Reserves	Soma das Reservas Provadas e Prováveis
3P Reserves	確認埋蔵量、推定埋蔵量と予想埋蔵量の合計	Proved, Probable plus Possible reserves	Soma das Reservas Provadas, Prováveis e Possíveis

序章

はじめに

本レポートは、国際協力機構がモザンビーク国政府に対して支援する開発調査型技術協力プロジェクトの『ナカラ回廊経済開発戦略策定プロジェクト(PEDEC-Nacala)』を実施する中で特定テーマについて深掘りした検討結果を分析レポートとして取りまとめたものである。回廊開発という総合的な観点で他セクターとの関係や環境社会配慮面の検討を加えて策定した開発戦略の内容や地域の現況の詳細については、PEDEC-Nacala の最終報告書¹を参照いただきたい。

背景：天然ガスを利用したバリューチェーン

2009 年にモザンビーク北部のロブマ海盆で巨大ガス田が発見され、モザンビーク国の天然ガスの想定埋蔵量は大幅に増加した。ロブマ海盆の深海鉱区のエリア 1 とエリア 4 の可採埋蔵量は 75Tcf（兆立方フィート）である。

天然ガスの採掘と LNG の製造は、2018 年から年 10 百万トンの製造量で開始を予定している。この世界に誇る天然ガスの生産によって、最大 7 万人の雇用（直接的雇用、間接的雇用と開発時期の建設雇用を含む）機会を生み出す。

またこの天然ガスは、ナカラ回廊地域において、カホラバッサから長距離送電される電力とは他に新たなエネルギー源をもたらす可能性を秘めている。さらにアンモニアやメタノールといった新しい化学産業も生み出し、ナカラ回廊地域の産業基盤を発展させることにも寄与することにもなる。

天然ガス開発と LNG 製造は、ナカラ回廊地域の強い推進力の一つとして期待されており、本レポートはこのような状況において、天然ガスを利用したバリューチェーン構築について取りまとめた。

天然ガスのバリューチェーンは、1) ガスの掘削・陸揚げに始まり、2) ガス利用施設へのガスの輸送（パイプライン、CNG 船、トラック等）、3) ガスを利用した製品の製造（LNG 製造、アンモニア・尿素製造、メタノール製造、GTL 製造）と 4) 製品利用者への輸送（船、鉄道、トラック等）、5) ガスを利用した発電と 6) 送電まで、広範にわたっている。

モザンビーク政府では、天然ガスマスタープラン²の策定を通じて、ガスを利用したさまざまな製品の製造について検討している。本分析レポートでは、天然ガスマスタープランでの検討を基にしながら、LNG 製造・輸出だけでなく、モザンビーク北部地域（ナカラ回廊地域）で産業開発、地域開発につなげる観点から、ガス関連産業の立地シナリオや、ガス関連産業の立地のために必要となるパイプライン整備や港湾整備について検討する。

¹ 最終報告書の目次については、本分析レポートの添付を参照のこと。

² The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan, Final Report (2012 年 12 月 20 日)、ICF International、世界銀行とモザンビーク政府ステアリング委員会へ提出された。

分析レポートの目的

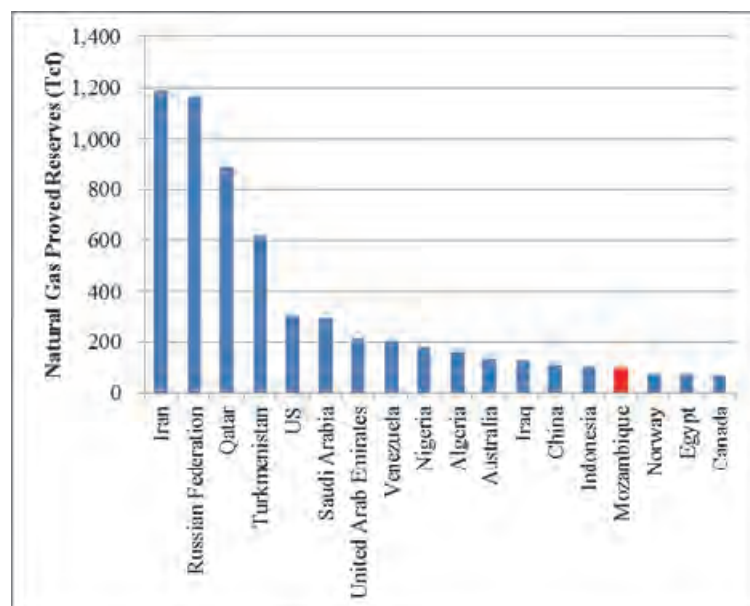
この分析レポートの目的は以下の通りである。

- ロブマ海盆からの天然ガスを活用したバリューチェーン構築について可能なイメージを描くこと
- ロブマ海盆からの天然ガスを活用したバリューチェーン構築に係る課題を明確にすること
- 天然ガスを活用したバリューチェーン構築のために必要となるインフラ整備やその他の施策を検討すること

第1章 モザンビークの天然ガス開発の現況

1.1 モザンビークの天然ガス埋蔵量

モザンビークの天然ガス推定埋蔵量³を、2013 年版 BP 統計の天然ガス資源を持つ主要な 50 か国の確認埋蔵量上位の国⁴とともに示した場合、モザンビークは世界第 15 位にランクされ、アフリカでは、ナイジェリア、アルジェリアに次ぎ第 3 位の天然ガス埋蔵量を持つことになる。（図 1.1 参照）



出典：モザンビークは ICF インターナショナル及びその他の情報をもとに推計（一部確認埋蔵量含む）
その他の国は BP Statistical Review of World Energy June 2013 による 2012 年年末の確認埋蔵量

図 1.1 天然ガス埋蔵量の国別比較

モザンビークでは、2004 年に南アフリカの Sasol がモザンビーク南部テマネガス田を、2009 年に Pande ガス田の生産を開始したが、ICF インターナショナルによれば、パンデ-テマネガス田の確認可採埋蔵量（proved recoverable reserves）から既生産分を差し引いた埋蔵量である残存可採埋蔵量（remaining recoverable reserves）は、2.7Tcf（trillion cubic feet、兆立方フィート）である。しかし近年モザンビーク北部の深海域にあるロブマ海盆（Rovuma Basin）の鉱区で巨大ガス田が発見された結果、同国の天然ガス埋蔵量は飛躍的に増加した。ロブマ海盆鉱区の推定埋蔵量（probable reserves）が加わるとモザンビークの 2P 埋蔵量（確認埋蔵量：proved reserves と推定埋蔵量：probable reserves の計）は、96.2Tcf⁵となる。

³ ロブマ海盆鉱区の推定埋蔵量にパンデ-テマネガス田の確認埋蔵量を含めた埋蔵量を指す。

⁴ モザンビークは、ロブマ海盆鉱区の埋蔵量がまだ推定埋蔵量であったため、確認埋蔵量の主要 50 か国に含まれていなかった。

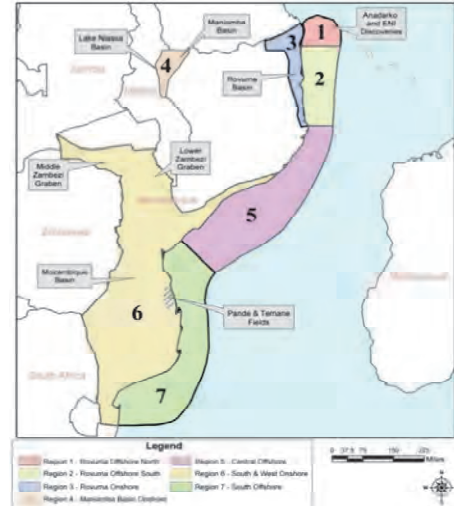
⁵ ロブマ海盆鉱区の 2P 埋蔵量の推計方法については本レポートの 1.3 参照。

2012 年末における天然ガス確認埋蔵量世界合計は、6614.1Tcf であり、モザンビークの埋蔵量は世界に 1.4%にあたる。

また 2P 埋蔵量に予想埋蔵量(possible reserves)も加えたモザンビークの 3P 埋蔵量は 127.9Tcf、さらに地質環境から埋蔵されていると想定される未発見埋蔵量(undiscovered reserves)が 148.1Tcf ある。（表 1.1 参照）

表 1.1 モザンビーク国の天然ガス埋蔵量

Name of Region*	Total Evaluated (TCF)	3P Discovered (TCF)	Not Yet Discovered (TCF)
1. Offshore Rovuma North	199.4	124.4	75.0
2. Offshore Rovuma South	36.0	0.0	36.0
3. Rovuma Onshore	3.1	0.0	3.1
4. Onshore Maniamamba Basin	1.2	0.0	1.2
5. Central Region Offshore	17.9	0.0	17.9
6. Onshore South and West	5.7	3.5	2.3
7. Southern Region Offshore	13.1	0.0	13.1
合計	276.5	127.9	148.1



注記*: 表中の地域名にある番号は右図(ICF インターナショナル、2012 年、The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan, 世銀)の場所と対応する。

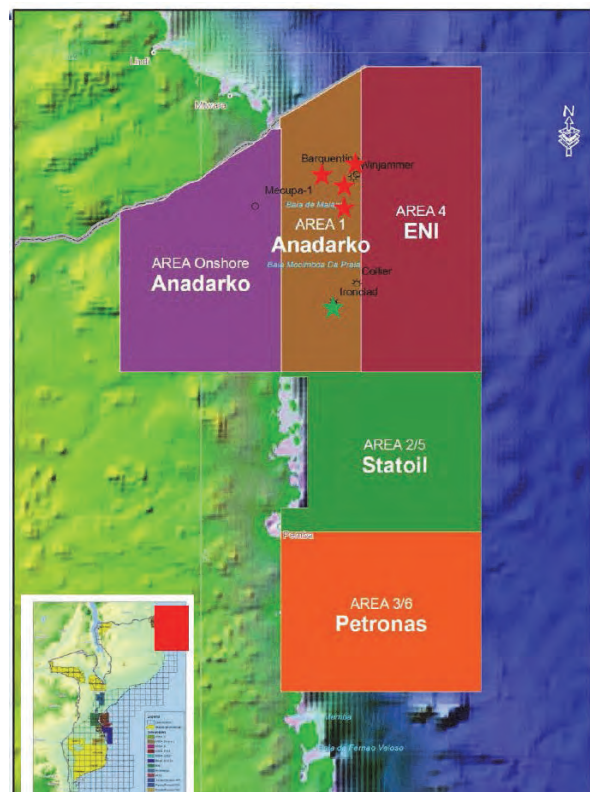
出典：モザンビーク国、2013 年 12 月、Plano Director do Gás Natural (モザンビーク国天然ガスマスタープラン)

1.2 北部海域での探鉱状況

(1) ロブマ海盆における鉱区

モザンビーク北部の深海域にあるロブマ海盆（Rovuma Basin）で、巨大ガス田が発見され脚光を浴びている。ロブマ海盆には図 1.2 に示す 6 か所の深海鉱区が設定されている。

最も北に位置するエリア 1 およびエリア 4 では、米国の Anadarko Petroleum 社およびイタリアの ENI 社がそれぞれモザンビーク国営炭化水素公社（ENH）と利権契約を締結している。その南のエリア 2 およびエリア 5 ではノルウェーの Statoil 社が、さらに南のエリア 3 およびエリア 6 ではマレーシアの Petronas 社が、それぞれ ENH と利権契約を締結している。この他、エリア 1 の西側の陸上には、Anadarko Petroleum 社が鉱区を取得しているが、探鉱の状況は公表されていない。



出典：ICF インターナショナル (The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master, Page 4-18)

図 1.2 ロブマ海盆鉱区

(2) 各鉱区の権益構造

その後 6 か所の鉱区では、権益の一部が他の企業に売却された結果、現在の権益比率は表 1.2 に示すようになっている。当初から権益を持つ Anadarko Petroleum 社、ENI 社、Statoil 社、Petronas 社の 4 社は、それぞれの鉱区で最大の権益比率を持つオペレーターとして運営を担っている。

表 1.2 ロブマ深海鉱区の権益比率

鉱区名 (契約年)	オペレーター	パートナー	現状
Area 1 (2006)	Anadarko (USA) 36.5%	Mitsui (Japan) 20%; Videocon (India) 10%; Bharat Petroleum (India) 10%; PTT (Thailand) 8.5%; ENH (Mozambique) 15%	Discovered, under appraisal
Area 2 (2006)	Statoil (Norway) 40%	Tullow Oil (UK) 25%; INPEX (Japan) 25%; ENH (Mozambique) 10%	Under exploration
Area 3 (2009)	Petronas (Malaysia) 50%	Total (France) 40%; ENH (Mozambique) 10%	Under exploration
Area 4 (2006)	Eni (Italia) 50%	CNPC (China) 20%; Galp (Portugal) 10%; Kogas (South Korea) 10%; ENH (Mozambique) 10%	Discovered, under appraisal
Area 5 (2006)	Statoil (Norway) 40%	Tullow Oil (UK) 25%; INPEX (Japan) 25%; ENH (Mozambique) 10%	Under exploration
Area 6 (2009)	Petronas (Malaysia) 50%	Total (France) 40%; ENH (Mozambique) 10%	Under exploration

出典：JOGMEC, 2013 年 5 月 21 日, 「東アフリカ深海探鉱開発の現状」 P.3

ロブマ海盆の鉱区に権益を持つ本邦企業は、三井物産および国際石油開発帝石（INPEX）の 2 社である。

1.3 ロブマ海盆鉱区のエリア 1 および 4 における推定埋蔵量

ロブマ海盆鉱区でガス田が発見されているのは、エリア 1 およびエリア 4 である。これらは、海岸から約 15 から 30 マイル離れ、水深 3,000 から 5,000 フィートの鉱区である。

オペレーター企業から発表された情報に基づいて、世銀が ICF に委託して実施した天然ガスマスタープランのための調査“the Future of Natural Gas in Mozambique”においてエリア 1 及びエリア 4 における発見されたガス田を分析している。⁶この分析により ICF は、ガス田ガス（non-associated gas）と天然ガス液（NGL: natural gas liquid）の原始埋蔵量⁷（IIP: initially-in-place）および技術的、経済的に生産が可能な可採埋蔵量（recoverable reserves）を表 1.3 に示すよう推定している。エリア 1 およびエリア 4 における推定可採埋蔵量は約 75Tcf である。

ICF によれば、エリア 1 およびエリア 4 のガス田ガスには、エタン、プロパン、ブタンなどが含まれ、NGL として抽出される見通しである。二酸化炭素（CO₂）や窒素（N₂）など不純物の含有率は極めて低く、硫化水素（H₂S）は含まれていない。

⁶ ICF インターナショナル が作成した The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan(20 December 2012), section 4.2.2 Rovuma Basin Discoveries による

⁷ 特定の油田やガス田に存在することが地質学的に推定される量を原始埋蔵量という。

表 1.3 エリア 1 および 4 における埋蔵量推定

	Non-associated gas Initially-in-place	Non-associated gas recoverable reserve
	Tcf	Tcf
エリア 1	76.5	45.5
エリア 4	48.5	29.1
合計	125.0	74.6

出典：ICF インターナショナル（2012）、The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan, Exhibit 4-18 on page 4-22

今後、試掘井、評価井などから得られるデータを分析することによって技術的、経済的に生産可能とみなされれば、確認可採埋蔵量（一般に確認埋蔵量（proved reserves）と呼ばれる）が明らかになる。

Anadarko Petroleum はエリア 1 の評価を進めており、推定可採埋蔵量は 35～65 Tcf（上記 ICF の推定は 45.5Tcf）としている。⁸ 一方、ENI は 2013 年 4 月に原始埋蔵量を 80Tcf（上記 ICF の推定は 48.5Tcf）に上方修正した。このことより、エリア 4 の推定可採埋蔵量は ICF の 29.1Tcf から 48.0Tcf 程度に拡大し、エリア 1 とエリア 4 の合計は 93.5Tcf になると予想される。

⁸ 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）「東アフリカ深海探鉱開発の現状（モザンビーク、タンザニア、ケニア）」、2013 年 5 月 21 日

第2章 モザンビークにおける LNG 事業の現状

2.1 LNG 国際貿易の現状

天然ガスを-162℃という超低温まで冷却して液化し LNG（液化天然ガス-liquefied natural gas）とすることによって、体積を 1/600 に圧縮してタンカーによる長距離輸送ができる。ICF によれば、輸送距離が 3000km より短ければ天然ガスの輸送費はパイプラインの方が安く、3000km より長ければ LNG の方が安い傾向にある。⁹天然ガスの長距離大量輸送に適するという特徴から、LNG の大部分は国際貿易として商取引されている。

表 2.1 及び表 2.2 で国別 LNG の輸出力と輸入量を示す。

表 2.1 国別 LNG 輸出力 (2012 年)

Region	Exporting Country	Exports	
		Billion Cubic Feet	%
North America	US	28.3	0.2%
	North America Subtotal	(28.3)	(0.2%)
South & Central America	Brazil	14.1	0.1%
	Trinidad & Tobago	674.5	5.8%
	Peru	190.7	1.6%
	South & Central America Subtotal	(879.3)	(7.6%)
Europe & Eurasia	Norway	166.0	1.4%
	Other Europe	113.0	1.0%
	Russian Federation	522.7	4.5%
	Europe & Eurasia Subtotal	(801.7)	(6.9%)
Middle East	Oman	395.5	3.4%
	Qatar	3,725.7	32.2%
	United Arab Emirates	268.4	2.3%
	Yemen	250.7	2.2%
	Middle East Subtotal	(4,640.4)	(40.1%)
Africa	Algeria	540.3	4.7%
	Egypt	236.6	2.0%
	Equatorial Guinea	173.0	1.5%
	Nigeria	960.6	8.3%
	Africa Subtotal	(1,910.5)	(16.5%)
Asia Pacific	Australia	992.4	8.6%
	Brunei	321.4	2.8%
	Indonesia	882.9	7.6%
	Malaysia	1,123.0	9.7%
	Asia Pacific Subtotal	(3,319.6)	(28.7%)
Total Exports		11,579.8	100.0%

出典：BP Statistical Review of World Energy June 2013 に基づき JICA 調査団作成

国別 LNG 輸出力は表 2.1 に示すように、地域差が大きい。中東地域からの輸出が世界全体の 40%以上を占め最も多く、なかでもカタールは世界の約 32%を占める世界最大の LNG 輸出国となっている。次に LNG 輸出力が多い地域は、アジア・太平洋地域であり、世界の約 29%を

⁹ ICF インターナショナル 作成 The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan (20 December 2012), Executive Summary Exhibit ES-20 (page ES-41)

占めている。ナイジェリアやアルジェリアなど輸出国から成るアフリカは、3 番目に LNG 輸出が多い地域となっており、世界輸出量の約 17%を占める。

表 2.2 国別 LNG 輸入量 (2012 年)

Region	Importing Country	Exports	
		Billion Cubic Feet	%
North America	US	173.0	1.5%
	Canada	63.6	0.5%
	Mexico	169.5	1.5%
	North America Subtotal	(406.1)	(3.5%)
South & Central America	Argentina	183.6	1.6%
	Brazil	113.0	1.0%
	Chile	144.8	1.3%
	Other S & Cent. America	98.9	0.9%
	South & Central America Subtotal	(540.3)	(4.7%)
Europe & Eurasia	Belgium	158.9	1.4%
	France	363.7	3.1%
	Italy	250.7	2.2%
	Spain	755.7	6.5%
	Turkey	271.9	2.3%
	United Kingdom	483.8	4.2%
	Other Europe & Eurasia	158.9	1.4%
	Europe & Eurasia Subtotal	(2,443.8)	(21.1%)
Middle East	Middle East	162.4	1.4%
Asia Pacific	China	706.3	6.1%
	India	724.0	6.3%
	Japan	4,195.4	36.2%
	South Korea	1,755.2	15.2%
	Taiwan	596.8	5.2%
	Thailand	49.4	0.4%
	Asia Pacific Subtotal	(8,027.1)	(69.3%)
Total Imports		11,579.8	100.0%

出典：BP Statistical Review of World Energy June 2013 に基づき JICA 調査団作成

表 2.2 に示すように、国別 LNG 輸入量の地域差も大きいものとなっている。世界の LNG 輸入量の 70%近くは、アジア・太平洋地域諸国に集中している。特に、日本は世界 LNG 輸入量全体の約 36%を占める世界最大の LNG 輸入国である。2011 年 3 月の東日本大震災と福島第一原発事故を受けて、日本の LNG 輸入は高い水準で推移するとされている。アジア・太平洋地域では、日本以外の韓国、インド、中国、台湾、タイなども大量の LNG を輸入している。

こうしたアジア・太平洋地域の LNG 輸入国の企業が、前述の通りロブマ海盆鉦区の探鉦・開発にパートナーとして参加している。

世界的な需要増加に応え、クリーンで CO₂ 排出量の比較的少ない天然ガスの役割は一段と高まると見られる。こうした中、在来型天然ガスに加えて、シェールガスなどの非在来型天然ガスの開発が活発化している。非常にタイトで内部に空隙がほとんどないシェール（頁岩）の内部では天然ガスの移動が困難であり、シェール内に閉じ込められた天然ガス、所謂シェールガスは、井戸を掘っただけではほとんど自噴しない。21 世紀初頭、シェール層から天然ガスを生産する技術が米国で確立され、この画期的な技術の進歩により、2007～2008 年頃から米国の天然ガス需給は劇的に変化し、シェールガス革命（Shale Gas Revolution）が花開いた。

シェールガス革命により、シェールガスなど非在来型天然ガスは増産され、2035年には天然ガス生産量の26%¹⁰を占めると予想されている。表2.1に示すようにLNG輸出がほとんどなかった米国やカナダでも、シェールガス革命により増産された天然ガスを原料とするLNG事業が進められおり、近い将来LNG輸出が実現されるだろう。

2.2 LNG事業計画の現状

(1) ロブマ海盆鉦区におけるLNG事業計画

ロブマ海盆鉦区のエリア1およびエリア4から産出される天然ガスを液化しLNGとして消費地に輸出する事業の計画が進められている。

LNGプラントはモザンビーク北部のカーボデルガド州のパルマ(Palma)に建設される。液化能力は第1期と第2期をあわせて2,000万トン/年で、第1期、第2期とも、500万トン/年が2トレンずつの構成とされている。

2012年12月にLNG液化設備および海底生産設備の基本設計が発注された。その後、2014年第2四半期のはじめには基本設計に基づきLNG液化設備および海底生産設備の積算が終了し、その結果やLNGの販売先などを考慮の上最終投資決定がなされる見通しである。

2014年第3四半期ごろに、投資決定がなされると発表されていたが、遅れている。また2018年にはLNG出荷が開始されると発表されていたが、こちらも遅れるものと考えられる。

(2) パンデ・タマネガス田におけるLNG事業計画

1990年代からパンデ(Pande)ガス田から102kmのパイプラインを引き、イニャンバネ(Inhambane)州のVilanculos郡とInhassoro郡の小規模電力発電に使用されてきた。パンデ・タマネガス田ではLNGの生産は行われておらず、それ以外の産出された天然ガスはパイプラインで南アフリカに輸出されている。また最も新しい開発の可能性として、パンデ・タマネガス田近くのブジ(Buzi)ガス田の開発案が浮上しているが、現時点では開発されるのかどうか判断まで至っていない。

¹⁰ IEA World Energy Outlook 2012 で設定されている IEA の新政策シナリオの数字をもとに算出

第3章 モザンビーク国天然ガスマスタープラン

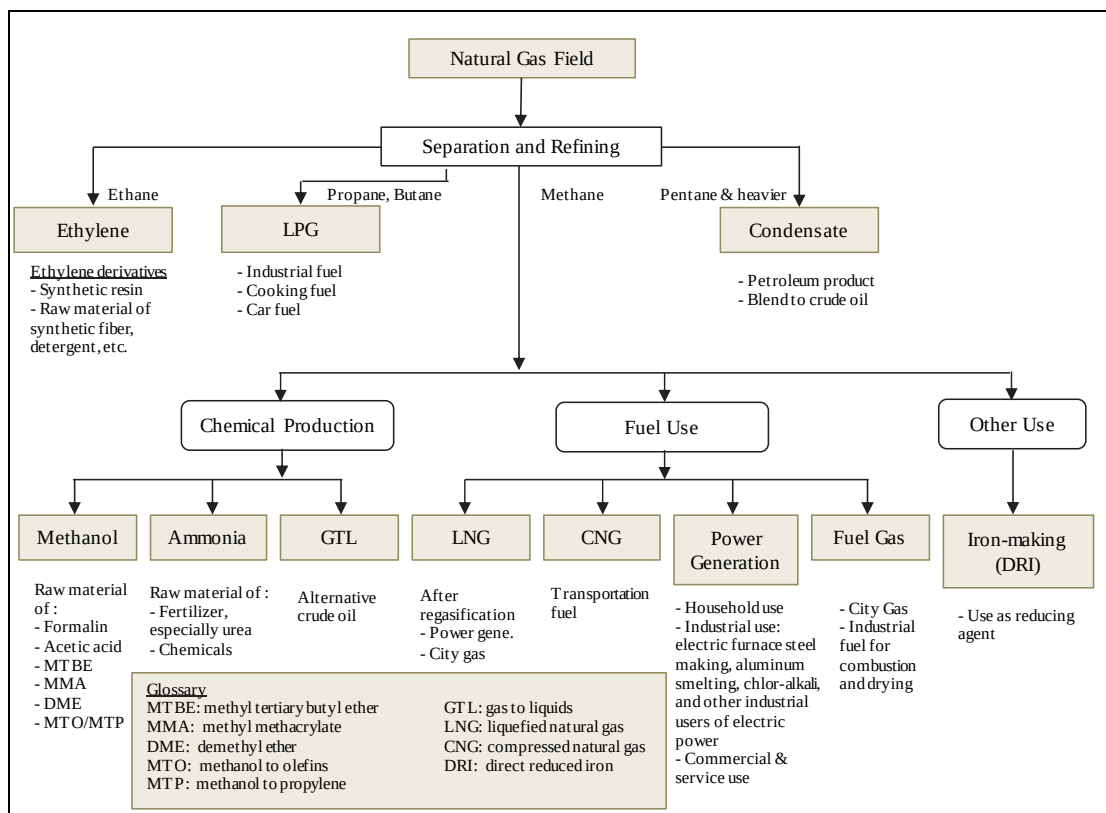
3.1 モザンビーク国天然ガスマスタープランの概要

モザンビーク国天然ガスマスタープランが 2013 年 11 月に閣議に提出され、2014 年 6 月に閣議承認された。このモザンビーク天然ガスマスタープランでは、ロブマ海盆の天然ガスを LNG として輸出することに加えて国内で利用してモザンビークの工業化の原動力にすることを基本方針として掲げている。

この章では、まず天然ガスを利用する産業を系統的に説明する。そのうえでモザンビーク政府の天然ガスマスタープランの記述に基づき、国内天然ガス消費予測及び国内ガス価格決定方針を概説する。

3.2 天然ガス利用産業の概観

図 3.1 に天然ガスを利用する産業を系統的に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.1 天然ガス利用系統図

ガス田から生産される天然ガスは、まず分離・精製プロセスによってメタン、エタン、プロパン、ブタン、ペンタンおよび重質成分などの成分に分けられる。

主成分のメタンは、メタノール、アンモニア（多くは尿素など肥料原料として使用される）、GTL（gas to liquid）などの製造原料として使用されるほか、液化天然ガス（LNG）、圧縮天然ガス（CNG）、発電用燃料、都市ガス、工業用燃料ガスなど燃料として使用される。また、天然ガスを使用して鉄鉱石を還元する直接還元鉄プラントは、高炉によらない製鉄方法として天然ガス産出国で使用されている。

天然ガス発電による電力は、家庭用や商業・サービス業用のほか、工業用電力としても使用される。安価で豊富な電力が供給できれば、電炉製鋼、アルミ精錬、塩素および苛性ソーダやそれらの誘導品を生産するクロール・アルカリ製造など電力多消費型工業に対する投資を誘致する上での魅力となる。

3.3 ロブマ海盆の天然ガスを利用した工業化

ロブマ海盆での巨大ガス田発見を背景に多くの外国企業から天然ガス利用プロジェクトの提案が寄せられている。こうした中、モザンビーク政府はマスタープランの中で、同国の工業化に資するため、ロブマ海盆で生産される天然ガスの一部をこのようなプロジェクトにおいて事業可能性あるガス価格で利用できるようにする必要があると述べている。また、天然ガスを利用する主要な産業には、主に製品市場の面でそれぞれ下記のような様々なリスクがあるとされている。

LNG の需要の中心は、日本、台湾、韓国、中国、インドなどアジア市場である。しかし、特にアジア市場においては、LNG の価格は原油価格に連動する傾向が強く、長期的には価格面でのリスクがあるとみられている。さらに、オーストラリア、アフリカ、中東などからの供給量増加、および、中国、インドおよび南アフリカにおけるシェールガスの開発ポテンシャルが脅威となっている。

メタノールは、主として様々な化学品原料と使用される。モザンビークでメタノール生産されれば、中国が重要な市場となる。メタノールの製造への投資リスクは、解消に長い期間を要する供給能力が過剰になる危険性がある点である。メタノールプラントの規模は益々大きくなってきており、一旦新規プラントが稼働すれば、供給能力の増加に伴い価格は下落する傾向にある。

尿素肥料の生産量は、人口増加と農業生産の拡大に伴って、引き続き拡大するとみられる。世界中で今後 3 年間に 58 の新規肥料プラントが稼働を開始すると見込まれている。肥料の市場は完全には開放されておらず、インドや中国では肥料生産においてある程度の自給自足体制を保つよう要求され工場に対して助成が施されている。短期的に過剰な供給能力、中東の廉価な製品との競争、および価格に対する圧力が新規肥料プラントを建設する主要なリスクとなっている。それにもかかわらず、モザンビークでの肥料生産は、国内および地域の肥料市場の存在を考慮すれば魅力あるものであり、肥料輸入量の削減にも資すると考えられている。

GTL（gas to liquids、ジーティーエル、GTL 燃料）需要は、原油・石油製品需要と GTL および原油・石油製品の価格により左右される。GTL の需要はヨーロッパで大きく、ディーゼル軽油、ガソリンおよびジェット燃料の代替燃料として使用されている。GTL は、世界における将来の原油価格やディーゼル軽油需要、カタール、南アフリカ、カナダにおける GTL プラントの拡大などにおいて、不確実性をはらんでいる。GTL プラントは、Sasol 社によりモザンビークでも収益が上がるような小規模なものも提案されているが、一般的には大規模で資本集約的な

特徴を持っている。モザンビークにとっては、GTL の生産により、輸入石油製品を代替するとともに、アフリカ地域内の燃料市場を開くことができるだろう。

発電用ガスの必要量は、国内および地域の電力需要、送電網、および、水力、風力、再生可能エネルギー、省エネルギーなどの競合技術により決まる。150 - 200MW の発電所は、電力を国内市場に供給し、送電網の電圧を維持するのに使用することができるだろう。近年モザンビークでは、年間 15%以上の率で電力需要が増加している。また、南アフリカ地域は全体として、発電能力が不足する時期に差し掛かっており、大規模発電所を建設することにより、南アフリカ電力プール（Southern African Power Pool: SAPP）への電力供給も可能であると考えられる。

モザンビークでは、アルミナを輸入し、電力も南アフリカ電力プール経由で得て、2000 年よりアルミニウムの製造が行われてきた。モザール社のプラントによって、モザンビークはアフリカ第二のアルミニウム生産国となっている。アルミニウムの需要は引き続き拡大しているが、この需要を満たす新しい鋳造工場が中東にできたので、天然ガスによる電力があっても Mozal と同じようなアルミニウム製造の拡大は見込みにくい。

また、セメントの生産は国内消費向けであり、モザンビークおよび地域の成長率に依存するので、今後消費量が増大する傾向にあるが、セメント工業における天然ガスの利用は少ない。

3.4 天然ガス国内消費の予測

モザンビークの国内市場向けの天然ガス需要は、モザンビークで長期的にどのような産業が発展するかにより変わる。現在までに提案された大型プロジェクトは、発電を除けばすべて輸型産業であり、商品価格や市場の変動に影響される。したがって、このような産業に対するガス需要予測は、現段階ではまだ推測の域をでない。

モザンビーク国政府は、今後 10 年間にわたる国内ガス消費に関する次のようなシナリオを仮定した。

- ・ パンデ-テナネのガスは、南アフリカ共和国の Secunda に向け輸出されるとともに、近々 EDM と Sasol 社により稼働が開始される少なくとも 2 か所の 150MW ガス発電所で使用される。
- ・ Matola Gas Company (MGC) には現在の需要約 3 百万 GJ/年に加え、中小企業向けガス需要として約 500,000 GJ/年が追加されるだろう。
- ・ 北部モザンビークには、短期的には 2 か所の 150MW ガス発電所が設置される。これらの発電所は中期的に拡張され 300-500MW 規模のコンバインドサイクル発電所になるだろう。
- ・ 国内農業に必要な肥料を供給するとともに地域経済を支えるため、約 500,000 トン/年の肥料プラント 1 か所が、カーボデルガドに計画されるだろう。
- ・ 中期的に北部モザンビークで、50,000 バレル/日の GTL プラント 1 か所が開発されるだろう。

このシナリオに基づいた国内ガス需要の推算結果は表 3.1 の通りである。この他、大量のガスがパンデ-テナネガス田から既存の Sasol 社パイプラインを経由して輸出され、パルマからはロブマ海盆のガスが LNG として輸出される。

表 3.1 国内ガス需要に関する暫定的推算

GMP-Scenario Domestic Gas Demand (million GJ/year)									
	Current MGC Demand (from P-T fields)	SME MGC Demand (from P-T fields)	Power Plants in South (from P-T fields)	Power Plants in North (Rovuma)	Fertilizer (Rovuma)	GTL (Rovuma)	Total P-T	Total Rovuma	Grand Total
2014	3	0.2	4				7.2		7
2015	3	0.25	10				13.3		13
2016	3	0.3	10				13.3		13
2017	3	0.37	21				24.4		24
2018	3	0.43	21	10			24.4	10	34
2019	3	0.5	21	10	9		24.5	19	44
2020	3	0.5	21	21	18	90	24.5	129	154
2021	3	0.5	21	21	18	175	24.5	214	239
2022	3	0.5	21	21	18	175	24.5	214	239
2023	3	0.5	21	21	18	175	24.5	214	239
2024	3	0.5	21	33	18	175	24.5	226	251
2025	3	0.5	21	44	18	175	24.5	237	262

出典：モザンビーク国ガスマスタープラン（2013 年 12 月）

3.5 発電や化学工業に配分することができる天然ガス量についての考察

モザンビーク政府には、ロブマ海盆ガスの利権契約に基づいて LNG 事業者からロイヤルティーガスおよびプロフィットガスを現物および金銭で受け取る権利がある。

モザンビーク政府は天然ガスマスタープランにおいて、国内で利用するガス供給にはロイヤルティーガスだけでなくプロフィットガスも使用するものとしている。政府は、マスタープランにも述べている第1回のオークションおよび大型プロジェクト認定の結果を踏まえガスの国内需要を予測した後に、ガスや金銭によるロイヤルティーガスおよびプロフィットガスの政府取得分に関する LNG 事業者との交渉に臨むことが必要である。

モザンビーク政府関係者から聴取した情報によれば（2013 年 12 月）、政府は生産されるガス量の 2%をロイヤルティーガスとして現物で受け取るとしている。

2018 年に LNG 出荷が開始されるパルマの LNG プラント（第 1 期）の規模は 1,000 万トン/年であり、それに必要なガス量は約 1,500MMcfd（million cubic feet per day）と推定される。このガス量の 2%にあたる約 30MMcfd のガスが 2018 年における政府取得分となる。LNG プラントの第 2 期も同様に 1,000 万トン/年規模を持つと計画されているが、稼働開始時期は明らかにされていない。

このようにモザンビーク政府が、ロイヤルティーガスから受け取ることができるガス量は、2025 年に 60MMcfd（million cubic feet per day）と予測されるが、発電や化学工業からの需要量が 589 MMcfd であることと比べると、非常に限られている。またモザンビーク政府がプロフィットガスとしてガスホルダーから受け取ることができるガス量については、現時点では全く不確定である。

この考察から分かることは、モザンビーク国内での天然ガスの活用を進めるためには、民間ガスホルダーが掘削したガスを、LNG 製造して輸出する他に、国内での発電や化学工業に配分することに期待するしかないと言える。

第4章 ナカラ回廊における天然ガスを利用したバリューチェーンに関する検討

4.1 検討の目的

モザンビーク政府が目指すロブマ海盆の天然ガスを利用した国内工業化を実現し、自国産の天然ガスを国内産業の発展に活用するバリューチェーン構築のために、次の項目を検討する。

- ・ 天然ガスマスタープランが想定するガスの需要量
- ・ 個々のガスの用途とその特徴（立地場所の特徴も含めて）
- ・ 全体としての発電所、化学工業他の立地シナリオ
- ・ 立地シナリオにしたがって必要となる整備や施策

この章では、モザンビーク国北部地域（ナカラ回廊地域）で、ロブマ海盆からの天然ガスを利用したバリューチェーン構築に必要な要素に関する検討を行い、バリューチェーンの地域内でのイメージと課題を明らかにする。その中で、バリューチェーン構築のために必要となるインフラ整備や他の施策についても検討する。

4.2 天然ガス利用の需要と用途

4.2.1 モザンビーク国内で利用可能なロブマ海盆ガスへの需要量

モザンビーク国天然ガスマスタープランの暫定的ガス需要量（表 4.1）を熱量基準から容量基準に変換すると次の表に示すとおりになる。これを国内で利用可能なガス量の目安として検討を行うことにする。

表 4.1 国内ガス需要量（暫定的推算）の熱量基準と容量基準

Year	Calorie Basis per calendar year (million GJ/year)	Volume Basis per calendar day* (MMcfd)
2018	10	25
2019	19	47
2020	129	321
2021	214	532
2022	214	532
2023	214	532
2024	226	562
2025	237	589

注記*: Converted assuming gross heating value is 1,045 BTU/cf and using the conversion factor (1GJ = 947.83x10³ BTU)

出典：モザンビーク国天然ガスマスタープランに基づき JICA 調査団作成

4.2.2 大型プロジェクトの検討に関する所与の条件

(1) 優先大型プロジェクト

天然ガスマスタープランに記載されている大型プロジェクトの優先順位は、LNG が最も優先度が高く、次いで発電、肥料、GTL、メタノールの順となっている。また、天然ガスマスタープランでは、大型プロジェクトの開発シナリオを策定し、それに基づき需要を想定している。ロブマ海盆ガスに対する需要は、LNG、発電、肥料、GTL、メタノールによると想定している。

(2) 大型プロジェクトの立地場所

政府は、パルマでの大型プロジェクト開発、特に EDM の計画と調和したパルマにおける発電所、および、GTL または肥料プラントを支援するとしている。

民間ガスホルダーがもし肥料やメタノール、GTL といった天然ガスを利用した化学工業に参入する場合には、パイプライン敷設等の費用がかからないパルマでの立地を強く望む傾向がある。他方、政府としては、ガス関連の大型プロジェクトがパルマに集中し、カーボデルガド州のその他地域またはナンブラ州の地域社会に恩恵がなくなることは避けたいとしている。

4.2.3 大型プロジェクトによる天然ガス利用の検討

(1) 発電

発電用ガスの必要量は国内および地域の電力需要、送電網、および、水力、風力、石炭火力、再生可能エネルギー、省エネルギーなどの競合技術により決まる。そのため、今後、電力マスタープランを策定し、これらの課題を解決する必要がある。

天然ガスマスタープランによるシナリオでは、北部モザンビークの天然ガス発電所について、短期的には 2 か所の 150MW ガス発電所が建設され、それら発電所は中期的に拡張され 300-500MW 規模のコンバインドサイクル発電所となると推定している。

本検討では、短期的にカーボデルガド州パルマとナンブラ州ナカラの 2 か所に 150MW ガス発電所を建設し、中期的にそれぞれの発電所を拡張し 300-500MW 規模のコンバインドサイクル発電所とすると仮定する。

(2) 肥料（尿素）

尿素は、地産地消的性格を持つ化学品であり、次の表に示すように国内や周辺のザンビアおよびマラウイにはアンモニア・尿素プラントの経済規模を超える需要がある。尚、尿素プラントの生産能力は、天然ガスマスタープランシナリオと同じ 50 万トン/年とする。

こうしたアフリカ市場および大消費地であるアジアへのアクセスを考慮すれば、鉄道、港湾、道路などのインフラがある程度整備されたナカラは、輸送インフラが未整備なパルマに比べ尿素プラントの候補地として適していると考えられる。

しかしながら、第 3 章の分析で分かってきたように、モザンビーク政府が得るロイヤルティーガスおよびプロフィットガスにだけ頼っているのは、モザンビーク国内でのガス利用は非常に限られたものになってしまう。したがって、民間ガスホルダーが提供するガスを使つての発電および化学工業の事業を考えざるを得ない。この場合、民間ガスホルダーが、自ら保有するガスを使つての発電事業や化学工業事業に参入する場合のことも含めて検討する必要がある。その場合には、長距離のパイプラインが必要となるナカラでの立地よりも、それを必要としないパルマでのアンモニア・尿素製造が好まれる傾向が強い。

ブラジルの Vale 社は、200 万トン/年のリン酸肥料工場をナカラに提案している。この原料には、ナンブラ州モナポ（Monapo）郡に賦存するリン鉱石が使用され、製品はナカラから鉄道により国内及び内陸国に、また、港湾から輸出されることを計画している。¹¹ 尿素肥料とリン酸肥料が近隣で生産されることになれば、NPK（複合）肥料の生産にもつながり相乗効果が期待される。ただし、試掘したリン鉱石に多量の塩素分が含まれていることが確認されたため、Vale は事業実施を再検討した結果、事業実施を中止した。¹²

表 4.2 モザンビーク、ザンビア、マラウイにおける尿素需要（トン）

Year	Mozambique	Zambia	Malawi	Total
2007	28,000	180,000	270,000	478,000
2008	32,000	192,600	283,500	508,300
2009	33,000	206,100	297,700	540,800
2010	51,400	220,500	312,600	575,700
2011	50,000	235,900	328,200	613,100
2012	53,900	247,700	338,000	639,600
2013	59,300	260,000	348,200	667,500
2014	62,200	273,000	358,600	693,800
2015	71,700	286,700	369,400	727,800
2016	78,900	301,000	380,500	760,400
2017	86,800	316,000	391,900	794,700

出典：ICF インターナショナル、The Future of Natural Gas in Mozambique: Towards a Gas Master Plan (2012 年 12 月) 5-64 ページ

(Mozambican Ministry of Agriculture document “Comparison of Current Consumption and Forecast for Fertilizer between SADC Countries (2007-2011 and 2011-2017)”に基づく)

(3) GTL

GTL（gas to liquids、ジーティーエル、GTL 燃料）需要は、原油および石油製品の需要と GTL および原油・石油製品の価格により左右される。GTL の需要はヨーロッパで大きく、そこではディーゼル軽油、ガソリンおよびジェット燃料の代替燃料として使用されている。しかしながら GTL は、世界における将来の原油価格やディーゼル軽油需要、カタール、南アフリカ、カナダにおける GTL プラントの拡大などにおいて、不確実性をはらんでいる。

また、GTL プラントは、Sasol 社によりモザンビークでも収益が上がるような小規模なものが提案されてはいるが、一般的には大規模で資本集約的な特徴を持っている。ICF 社によれば、50,000 バレル/日のプラント建設費は約 US\$81 億に及ぶ。また、GTL プラントは比較的新しい技術であり、建設費予算を超過するリスクがあると言われている。

GTL の生産は、現在の石油製品輸入を代替するとともに、アフリカ地域内の燃料市場を開くことができる。GTL の市場としては国内および周辺地域やヨーロッパなどへの輸出が考えられるので、大量のガスを必要とする GTL はパイプラインでのガス輸送費がかからないパルマに立地させ、GTL の製品である石油製品をタンカーで消費地に輸送する方がコストを少なくできると考えられる。

¹¹ <http://www.macauhub.com.mo/en/2012/07/20/vale-mocambique-expects-soon-to-finish-feasibility-study-for-ph>

¹² 高濃度の塩素分が含まれる場合、肥料製造プラント機器の腐食対策費が高くなるため、事業採算性が落ちることになる。(2013 年 9 月情報)

(4) メタノール

メタノールは、様々な化学品原料となる世界市場を見ての投資の検討がなされるものである。本邦企業の中にも複数社、メタノール製造を検討しているところがある。モザンビーク北部の位置からは、中国市場を狙うことができる。パルマでも、ペンバでもナカラでも、立地可能である。

4.2.4 中小企業等による天然ガス利用の検討

(1) 中小企業による天然ガス利用

天然ガス利用のためのインフラが整備され、天然ガスが安い価格で供給されれば、使用燃料を天然ガスに転換する中小企業もあると考えられる。

また、天然ガスや天然ガス発電によって得られる電力を利用した新たな産業、例えば、ナカラ塩田から採取される工業塩を原料とし電力を利用したクロール・アルカリ産業、屑鉄などから電気炉を使い製鋼する工場も考えられる。

実現のためには、中小企業の燃料使用状況や天然ガスインフラ整備のための調査が、今後必要になる。様々な中小企業の集積が期待できるナカラ都市圏で成立する天然ガスの利用形態である。

パンデ-テナネガス田からのガスを MGC 社が南部の中小企業に供給している。この検討では、その量の 30% 程度のロブマ海盆のガスをナカラ、ペンバ、パルマなど北部地域にある中小企業用に供給するものと想定する。

(2) 都市交通への CNG 供給

圧縮天然ガス（CNG）は、限られた範囲を走行し毎日基地に戻るシティバスやタクシーで利用できる可能性がある。Petro Moc 社はすでにマプトに CNG 充填ステーションを開発し始めており、ベイラおよびマプト - ベイラ間でも充填ステーションの設置を計画している。

この検討では、北部モザンビークにも充填ステーションを設置し、ナカラ都市圏等での都市交通への CNG 供給を行う事業の可能性がある。CNG をガソリンおよびディーゼル軽油の代替燃料とすることにより、ガソリンおよびディーゼル軽油の輸入量を減少させることができる。

4.3 天然ガス関連の化学産業の立地シナリオ

上節で記したような個々のガスの用途とその特徴から、LNG 製造、GTL 製造においては、製造後全量を海外へ輸出されるものであるもので、ガス採掘サイトに最も近いパルマに立地することが自然と選ばれる可能性が高い。

他方、メタノールやアンモニア・尿素製造プラントの立地場所としては、化学工業のコストの観点、地域への開発便益の観点から、選好結果が分かれる可能性がある。

そこで本節では、モザンビーク国北部地域の実際の立地候補地について、次のような理解の基に、天然ガス関連の発電や化学工業の立地シナリオの代替案を作り、比較検討することとする。

- ・ ガス利用の発電所、化学工業のそれぞれの立地特性
- ・ ガス関連の化学工業振興のために、民間ガスホルダーのガスの活用
- ・ モザンビーク北部地域の海岸部における立地条件

4.3.1 ガス関連産業の立地候補地の比較

ナカラ回廊地域におけるガス関連の発電所や化学産業の立地候補地は、パルマ、ペンバ、ナカラの3都市及びその周辺と考えられる。これら3か所立地条件を比較した。（表 4.3 参照）

表 4.3 ガス関連産業の立地比較（パルマ、ペンバ、ナカラの間での比較）

	パルマ	ペンバ	ナカラ
既存港	なし	既存港は深い、拡張余地はないが、少し南側に余地あり。	天然の良港。 リハビリ・アップグレード計画あり。
工業港の立地可能性	あり LNG Plant 用地 7000ha、他の産業用地 24,000ha が確保されている。	あり 既存港の南側に開発余地あり。	あり ナカラ湾の北東部に新港開発余地あり。
工業用地確保の可能性	あり	あり	あり
現況都市人口（既存都市集積・公共施設）	都市人口は少なく、都市集積・公共施設は、ほとんど存在しない。	17 万人 (2011 年)	29 万人 (2011 年)
将来人口規模 (2035 年)	数万人	47 万人	94 万人：ナカラ都市圏 (Nacala Bay Area)
天然ガス関連化学産業の立地可能性（主に立地場所の入手可能性の観点から）	・メタノール ・アンモニア・尿素 ・GTL 等	・メタノール ・アンモニア・尿素 ・GTL 等	・メタノール ・アンモニア・尿素 ・GTL 等
天然ガスからのエネルギー（電力、ガス）の大きな需要	特になし	特になし	ナカラ港に近接する立地の利点を活かす産業で、かつ、セメント工業やアルミのような多電力消費産業 都市住民への都市ガス供給
ガス発電所	パルマ沖の鉤区 (Area 1, Area 4) に近接しており、立地可能性あり。	長期的にペンバ沖にガスが出れば、そのガスを原料に立地可能性あり。	電力消費地に近接しており、必要性高い。
ガスパイプラインの必要性和距離	5 km	250 km	426 km (口径 20 インチ・パイプライン) USD 391 million

出典：JICA 調査団

4.3.2 ガス関連産業の立地シナリオの代替案

現時点で、カーボ・デルガド州の北端のパルマの沖合に位置する鉤区「エリア1」と鉤区「エリア4」でしか天然ガス埋蔵が確認されていないので、LNG 製造はガス田から最も近い陸地のパルマで行われる。また GTL も製造場所からヨーロッパ等の市場へ直接輸出をすることが考えられているので、パルマでの立地が好まれる。

他方、他のメタノール、アンモニア・尿素の製造については、原料である天然ガスの採掘田の近くばかりでなく、さまざまな経済インフラが既に整備されており、都市的環境があるナカラの方が立地しやすいとも考えられる。

表 4.3 の立地候補地の比較分析から、ペンバへの化学工業の立地よりは、短期中期的には（天然ガスがエリア 1 とエリア 4 からだけ採掘できる状況においては）、パルマもしくはナカラへの立地が好ましいことが分かる。

したがってまずは、短期中期的に、パルマとナカラの立地の可能性を比較検討した。

シナリオ A：パルマ集中案

天然ガスを利用する火力発電所は、パルマとナカラ都市圏の両方に立地するが、LNG プラント、GTL、メタノール、アンモニア・尿素の化学工業プラントが全てパルマに集中する案である。この場合、長距離パイプラインは必要ない。しかし、これらの化学工業機能が修正し、労働者やサポート産業が立地する必要があるため、パルマの町に経済インフラ、都市インフラの整備が必要となる。

シナリオ B：パルマとナカラ都市圏への分散案

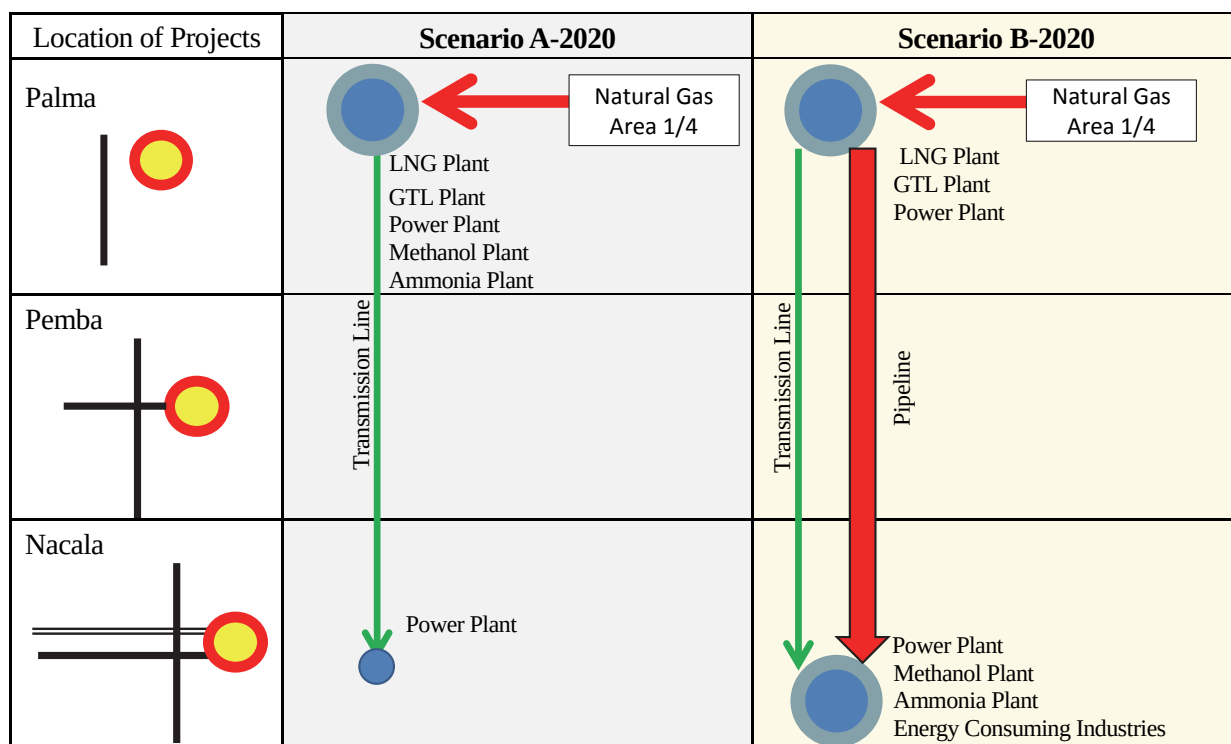
パルマには、LNG プラントの他、天然ガスを利用する火力発電所、GTL プラントが立地する。

他方、ナカラ都市圏には、天然ガスを利用する火力発電所が立地する他、メタノールプラント、アンモニア・尿素プラント、その他ガスをエネルギー源とするさまざまな製造業が立地する。

ナカラ都市圏にガスを供給するために、パルマからナカラまでガスパイプラインが必要となる。

(1) 2020 年までの短期シナリオ

2020 年までパルマに LNG プラント、化学工業を集中立地するシナリオ A-2020 と、ナカラにも化学工業の立地を促進するシナリオ B-2020 を作成し、比較検討した。



出典：JICA 調査団

図 4.1 ガス関連産業の 2020 年までのシナリオ比較

これら二つのシナリオの間の大きな違いは、民間セクターの負担することになる直接費用である。シナリオ A-2020 では、ガスパイプラインが不要なため、民間セクターの直接負担費用は、シナリオ B-2020 よりも小さい。しかしながら、パルマでの都市集積、インフラ整備が進んでいない分、公共セクターの負担すべき費用が大きくなると考えられる。したがって民間セクターの負担分と公共セクター負担分の合計の総コストを比較すると、A-2020 と B-2020 の総コストはあまり変わらないと考えられる。

表 4.4 シナリオのコストの予備的比較

コスト	シナリオ A-2020 パルマに集中する案	シナリオ B-2020 パルマとナカラ都市圏への分散案
パルマでの都市・産業基盤整備のコスト	パルマには現在ほとんど都市集積や都市基盤、産業基盤が存在しないので、その整備コストは大きなものになる。	パルマでの都市・産業インフラの整備コストは抑えられる。他方、ナカラ都市圏の都市・産業インフラは、他の産業や都市機能と共有できる。
パルマ・ナカラ間パイプライン整備のコスト	ガス・パイプラインは不要	パルマ・ナカラ間ガスパイプライン(距離 426 km, 口径 20 インチ) 敷設にかかる費用：USD 391 million
製品の輸送インフラ整備のコスト	道路整備が必要、鉄道整備は当面考えられない。	道路、鉄道の整備が既に進んでいる。
総合コスト	- 民間セクターが負担する直接費用は、シナリオ B-2020 よりも小さくなる。 - 他方、公共セクターが結局は負担することになる費用は、シナリオ B-2020 よりも大きくなるだろう。	- 民間セクターもガスパイプライン敷設のコストの全部または一部を負担することになるとすると、民間セクターの負担はシナリオ A-2020 よりも大きくなる。 - 他方、公共セクターがパルマの都市・産業インフラ整備に負担するコストも考慮すると、民間セクターと公共セクターの両方が負担する総コストは、シナリオ A-2020 と B-2020 もあまり変わらないものとなるだろう。

出典：JICA 調査団

A-2020 と B-2020 の二つの立地シナリオを、地域開発へのインパクトという観点から比較してみると、以下の通りとなる。

シナリオ A：パルマ集中案

- LGN プラントも、化学工業プラント（GTL、メタノール、アンモニア）も、全てがパルマに集中することになり、地域開発インパクトが、地理的に大きく拡がらない。
- 現在のパルマには都市基盤がほとんどないため、今後本格的な産業都市とするために都市基盤を整備していく必要がある。

シナリオ B：パルマとナカラ都市圏への分散案

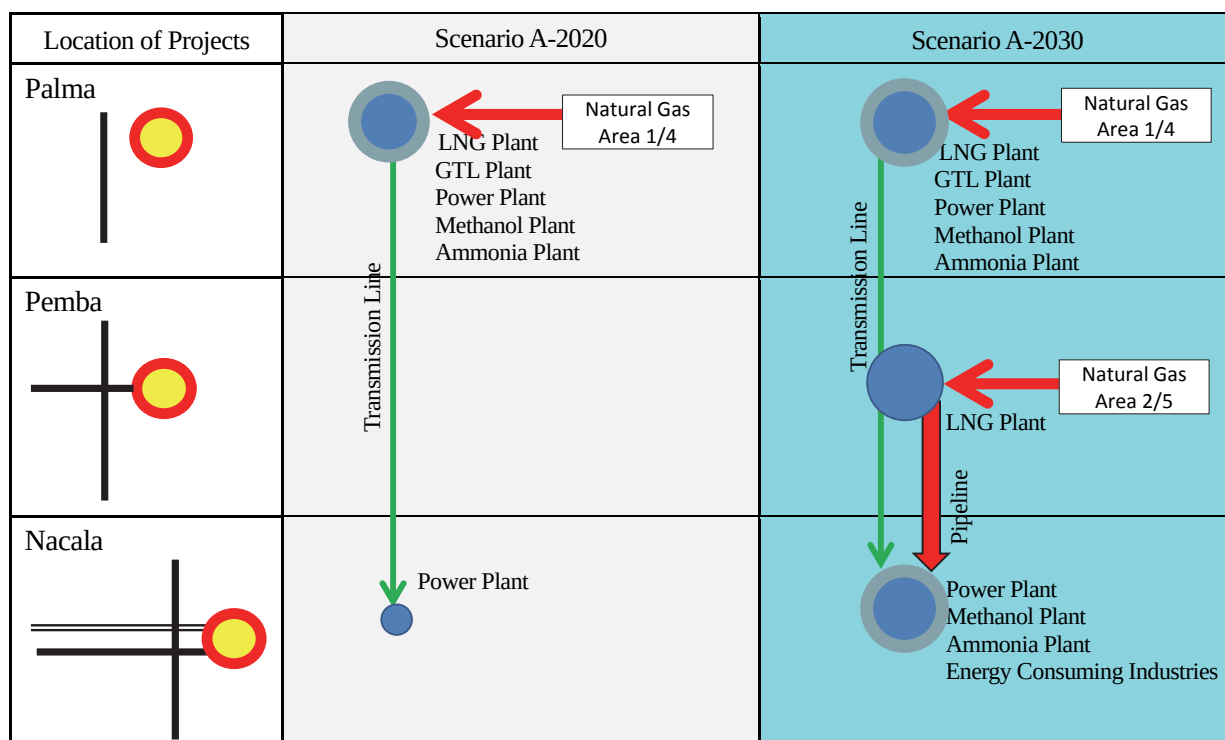
- パルマとナカラ都市圏に分散立地する案では、ナカラ回廊鉄道や幹線道路の整備によってナカラ都市圏に、産業開発のポテンシャルが大きくなるが、輸送インフラばかりでなく、電力や水供給のためのインフラ投資が早急に必要となる。もしガスを利用する化学工業がナカラ都市圏に立地することになれば、産業インフラの整備に弾みが付くと言える。

- ・ ガスパイプラインの整備コストを、民間セクター自身が全て負担しなくてはならない場合には、化学工業の原料のガス価格がパイプライン分高価につくことになり、ナカラ都市圏にガス利用化学工業の立地は困難である。もし公共パイプラインとして整備され、化学工業ばかりでなく、ガス発電所、その他エネルギーを多用する産業等の立地が将来的に進むことで、多くのアクターが負担することになるならば、ナカラ都市圏にも化学工業の立地可能性はあると考えられる。
- ・ またそのパイプラインが成立すれば、都市ガス供給や産業へのガス供給で、ナカラ都市圏のエネルギー需要にも応えることが可能となる。

(2) 2030 年までの中長期シナリオ

現在のロブマガス田で開発が進んでいるエリア 1 と 4 以外にペンバ沖にガス埋蔵が確認されれば、A-2020 も B-2020 のどちらの場合も、ペンバからナカラへのガスパイプラインを敷設することで、ナカラ都市圏に化学工業の立地を進めることができる。

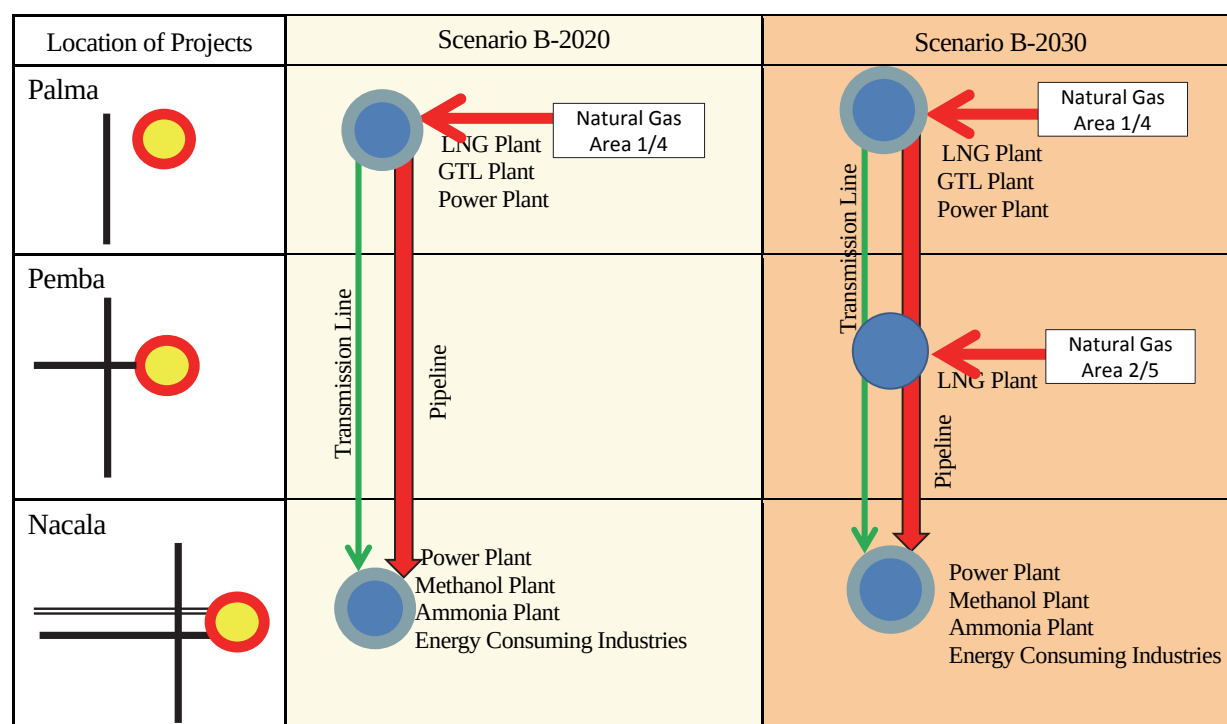
シナリオ A-2020 とシナリオ A-2020 の将来発展形シナリオ A-2030 及びシナリオ B-2020 とシナリオ B-2020 の将来発展形シナリオ B-2030 をそれぞれ示した図が図 4.2 と図 4.3 である。



出典：JICA 調査団

図 4.2 ガス関連産業のシナリオ A の発展

シナリオ A-2030 では、シナリオ A-2020 ではナカラに化学産業の立地がされないのに対して、ペンバ沖でガスが発見された場合、ペンバではガス関連産業が立地するだけでなくパルマより距離が近いペンバからナカラへガスパイプラインでガスが輸送され、ナカラにもガス関連産業が立地することが可能となる。また当然ペンバでの化学産業立地も可能となる。



出典：JICA 調査団

図 4.3 ガス関連産業のシナリオ B の発展

またシナリオ B では、すでに 2020 年にガスパイプラインがパルマから引かれているため、ペンバ沖で天然ガスが発掘されればこのパイプラインを使ってナカラへガスが送られると共にペンバでも LNG 製造業が立地できるようになる。

したがって、シナリオ A でもシナリオ B でも長期的にみると、ペンバ沖にガスが発見されれば、3 都市すべてにガス関連産業が立地するチャンスがある。

4.4 パルマおよびナカラにおける天然ガス需要予測

4.3 節で検討したガス利用施設の立地代替案の分析の中で、パルマからナカラ都市圏までパイプラインを敷設する必要がある場合は、シナリオ B-2020 と B-2030 である。4.2 節での大型プロジェクトおよび中小企業等による天然ガス利用の検討に基づき、年間平均ガス消費量、2018 年から 2025 年の間の稼働時におけるパイプライン内ガス流量を推算し次の表に示した。

パルマには、150MW ガスタービン発電所、250MW ガスコンバインドサイクル増設および GTL プラントが立地すると仮定し、2025 年には暦日基準で 493MMcfd、稼働日基準で 555 MMcfd の天然ガス需要が見込まれる。

ナカラには、150MW ガスタービン発電所、250MW ガスコンバインドサイクル増設およびアンモニア・尿素プラントが立地し、中小企業や CNG に天然ガスを供給すると仮定し、2025 年には暦日基準で 105MMcfd、稼働日基準で 125 MMcfd の天然ガス需要が見込まれる。

表 4.5 パルマおよびナカラにおける天然ガス需要予測（稼働日基準）

User	Capacity	Av. Cons.	Capa. Factor	Flow Rate P/L	Gas Flow Rate for Pipeline Design (MMcfd)							
		MMcfd	%	MMcfd	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
In Palma												
Power St.	150MWGT	25	80	31	31	31	31	31	31	31	31	31
Power St.	250MWCC	32	80	40	-	-	-	-	-	-	40	40
GTL	50,000 b/d	436	90	484	-	-	484	484	484	484	484	484
Subtotal in Palma		493	-	555	31	31	515	515	515	515	555	555
In Nacala												
Power St.	150MWGT	25	80	31	-	-	31	31	31	31	31	31
Power St.	250MWCC	32	80	40	-	-	-	-	-	-	-	40
Am/Urea	500,000t/y	43	90	48	-	48	48	48	48	48	48	48
SME User	-	2	80	3	-	3	3	3	3	3	3	3
CNG	-	3	100	3	-	-	-	-	-	-	-	3
Subtotal in Nacala		105	-	125	-	51	82	82	82	82	82	125
Total Rovuma Basin Gas		598	-	680	31	82	597	597	597	597	597	680

出典：JICA 調査団

4.5 パルマ・ナカラ天然ガスパイプラインの検討条件

シナリオ B-2020 において、ナカラでの天然ガス利用のためには、パルマ・ナカラ間に高圧パイプラインを敷設しパルマからロブマ海盆ガスを輸送する必要がある。

この高圧パイプラインの検討条件を次の表に示す。

表 4.6 パルマ・ナカラ天然ガスパイプラインの検討条件

パルマ・ナカラ間の距離	約 400 km
パイプライン内ガス流量	125 MMcfd
留意事項	パルマ・ナカラ間の沿岸部にある Quirimbas 国立公園に対する環境配慮が求められる。

出典：JICA 調査団

パイプラインルートは主に 1/50,000 地図をベースにし、海岸近くの道路沿いに、出来るだけ距離が短くなるように選定した。また、セスナ機からの部分的視察も行った。

パイプラインルート幅 (ROW 幅)は工事上、最少で 20m 必要である。

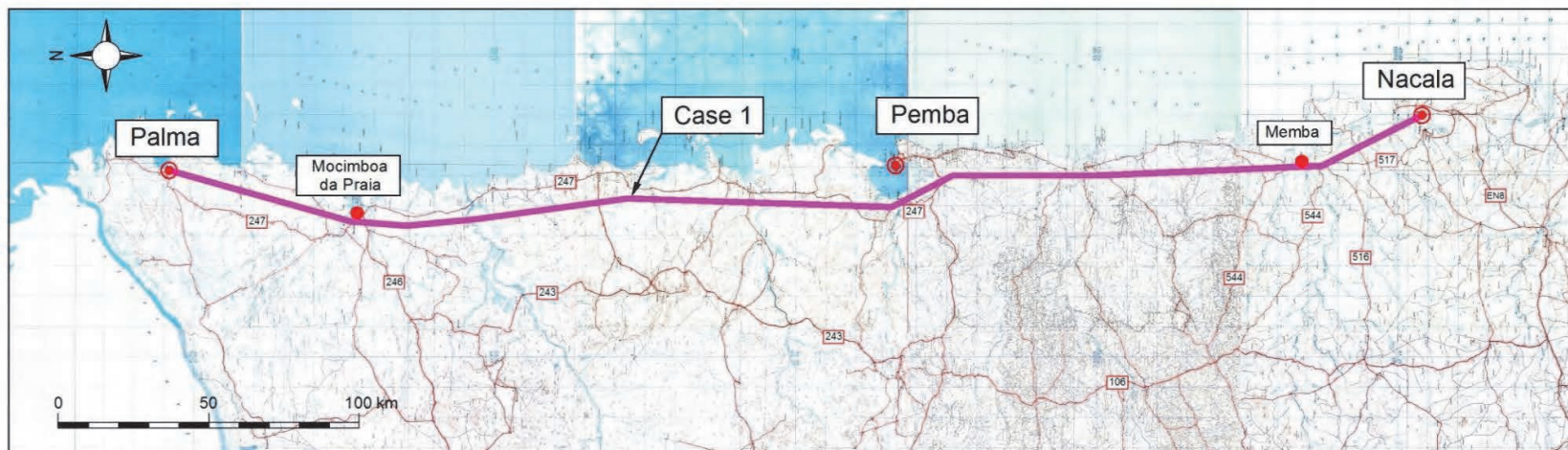
本格的な FS を行うときには、できるだけ湿地帯、岩盤地帯や民家を避けて選定するようしなければならない。部分的な土質調査も必要となる。選定ルートについては図 4.4 参照。

縦断図を見ると 100km 地点から 150km 地点にかけてと 200km から 230km にかけてやや急激なアップダウンが見られるが、特に工事上の支障にはならないと思われる。尚、ルートが国立公園(Quirimbas National Park),を横切る場所があるため、環境インパクトへの対応を含め十分な事前調査及び関係機関との調整が必要となる。

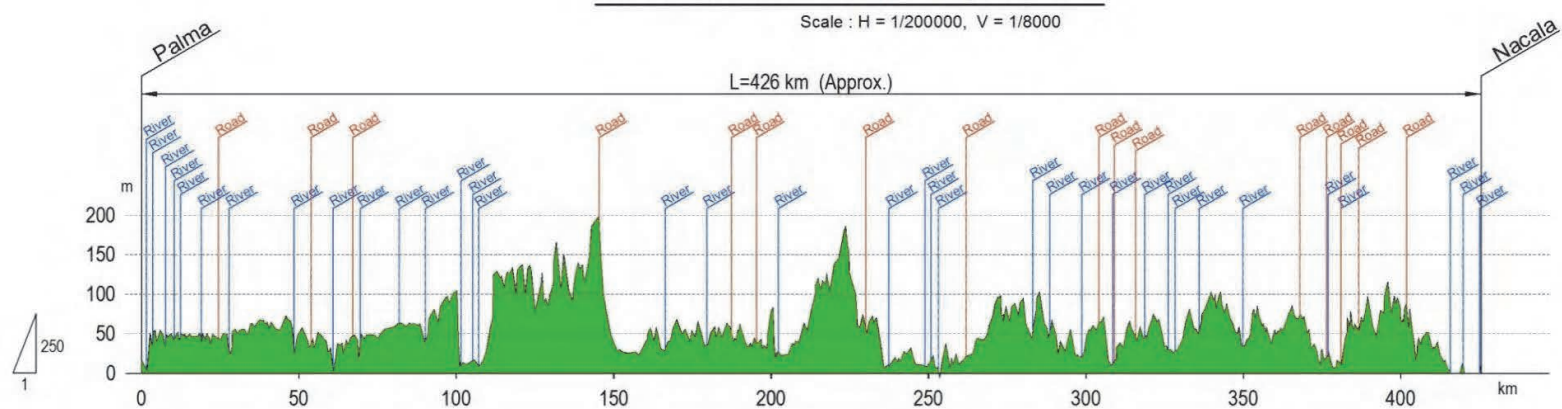
ガスパイプラインの建設の概略事業費は、土地収用費を除いて、391 百万米ドル¹³である。

¹³ 概略事業費の内訳は、PEDEC-Nacala 最終報告書セクター編の 5 章を参照のこと。

Proposed Route of Natural Gas Transmission Pipeline



Profile of Route Case 1

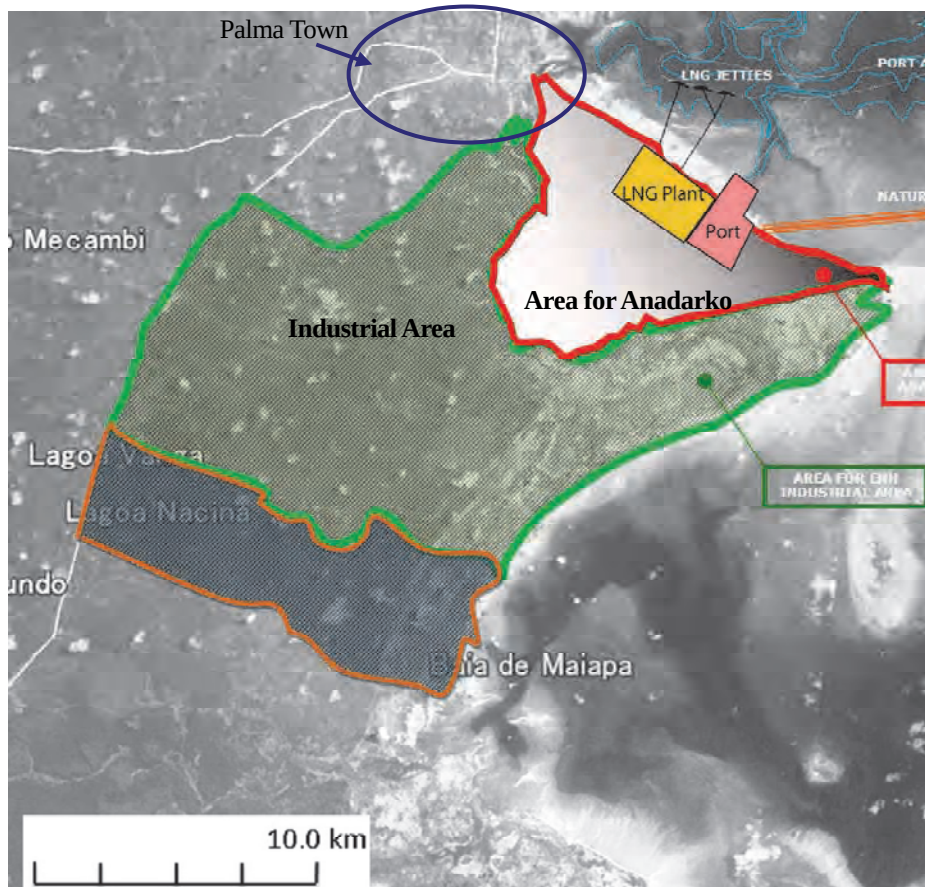


出典：JICA 調査団

図 4.4 パルマ・ナカラ間パイプラインルート案

4.6 パルマ港での公共港湾整備の予備的検討¹⁴

パルマには現在、通常の貨物船の着岸できる港湾施設がないが、今後、天然ガスの沖合掘削の地上からの支援（大部分はペンバからの支援となるがパルマからもある）や LNG 製造施設の建設、さらには化学工業設備の建設、労働者のための住居建設、都市機能のための都市基盤拡大が開始されると、公共機能をもった港湾施設が必要となる。しかしながら、現在、Anadarko 社や ENI 社が考えている LNG 製造プラントや港湾施設のレイアウトには、上記のような観点が含まれていない。（図 4.5 参照）



出典：Anadarko の資料を基に調査団作成

図 4.5 パルマの産業及び港の立地案（Anadarko 案）

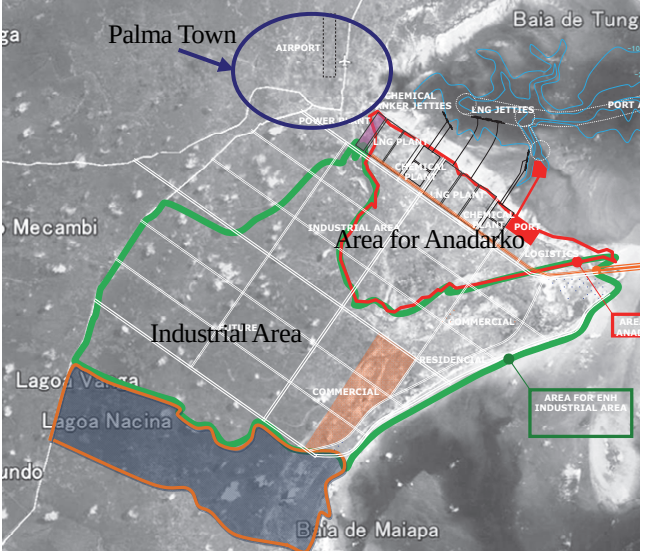
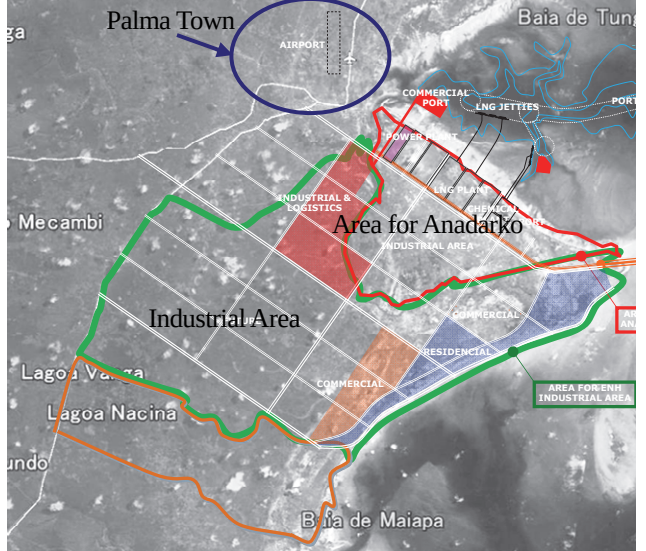
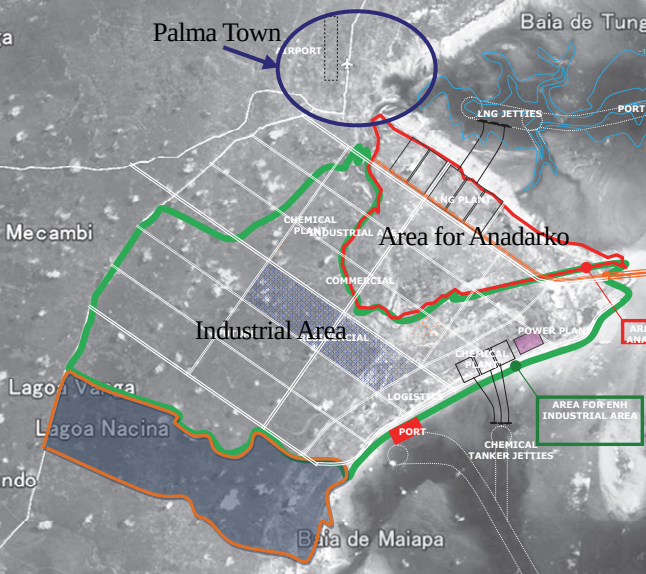
このままパルマ周辺で水面及び海岸の利用が、Anadarko 社案で大きく進めば、パルマが天然ガス掘削の支援陸上基地、ガス関連化学工業施設の立地により、産業的にも都市的にも発展する際に、公共の港湾施設を持たない結果となってしまう、将来的に課題を残すことになることが危惧される。

このような問題に対処するために、Anadarko 案の代替案となるパルマでの公共港湾整備の位置の検討をした。図 4.5 の Anadarko 案に加えて 3 つの案を示す。（表 4.8 参照）

今後、モザンビーク国北部地域での天然ガスバリューチェーンの構築のためにも、パルマでの公共港湾施設の整備について、Anadarko 社を含む関係機関と、公共港湾の整備位置について調整し、早急に解決策を見出す必要がある。

¹⁴ パルマ港の現況については、PEDEC-Nacala 最終報告書本編 5.3.4 を参照のこと。

表 4.7 パルマでの公共港湾整備案の比較

案 1 Anadarko との共存案：LNG プラント、化学プラント、公共港湾施設	
案 2 Anadarko との一部共存案：港湾施設とアクセス道路だけを含めるレイアウト	
案 3 単独立地案：Anadarko 敷地とは別位置に公共港湾及び化学工業港を配置 注) マングローブ林を埋め立てるため、環境負荷が大きい	

出典：JICA 調査団

第5章 天然ガス関連の優先プロジェクト

5.1 PEDEC-Nacala における高優先プロジェクト

PEDEC-Nacala では、2035 年までに実施すべき 93 個の優先プロジェクトを選択し、PEDEC-Nacala 最終報告書の 19 章に示した。それら 93 個の優先プロジェクトから、以下のクライテリアを適用して、2017 年までに開始し 2025 年までに完了すべき短中期の高優先プロジェクトに絞った。

- ナカラ回廊地域発展の原動力となる交通回廊の機能を向上させるために特に重要なプロジェクト
- 交通回廊及び産業発展による自然環境と社会環境へ負の影響を緩和するのに特に効果的なプロジェクト
- 効率的な交通回廊へとナカラ回廊がアップグレードすることによって生まれる開発機会を活用した産業促進に特に寄与するプロジェクト
- 様々な重要な開発が滞ることなく実施されるように地域振興の原動力となるような特に重要なプロジェクト
- 関連省庁とステークホルダーに必要性和方法論が理解されている特に成熟したプロジェクト
- 環境面と社会面に対する負の影響を技術面から緩和することができるプロジェクト

上記の結果、短中期高優先プロジェクトとして 48 個のプロジェクトが選ばれた。

5.2 天然ガス開発に係る高優先プロジェクト

これら 48 個の高優先度プロジェクトの内、以下の 5 つのプロジェクトが天然ガスに係るプロジェクトとして選ばれている。これらは、第 4 章で示したシナリオ分析の結果から見るように、ルブマ海盆の鉱区エリア 1 とエリア 4 でしか天然ガスの開発可能な埋蔵が確認されていない現時点では、民間ガスホルダーの意向にしたがって天然ガス関連産業施設がパルマに一極集中せざるを得ない立地パターン（シナリオ A）が、モザンビーク国政府と民間ガスホルダーによって選択される可能性が高いが、その場合に短中期に実施することが必要となる高優先プロジェクトは以下の通りである。

- パルマ港プロジェクト
- パルマ火力発電所プロジェクト
- パルマ・ペンバ・ナカラ送電線プロジェクト
- ペンバ-パルマ-ネゴマネ道路の橋架け替えプロジェクト
- パルマ都市給水プロジェクト
- パルマ市街地拡大プロジェクト

第6章 結論

6.1 モザンビーク政府の方針：天然ガスマスタープラン

モザンビーク国政府は、天然ガスマスタープランを策定し、2014年6月に閣議承認した。その中でモザンビーク国政府は、掘削して得られた天然ガスをLNGにして輸出するだけでなく、国内で発電や化学工業に活用し、国内経済の発展につなげたいと考えている。

特に、新しくガスが発見されたロブマ海盆は、モザンビーク北部地域に位置しており、これまで発展から取り残されてきた地域の成長に資することや、ナカラ回廊地域の開発とも連動させることを期待されている。

6.2 天然ガス利用のバリューチェーン

モザンビーク北部地域での天然ガス利用の用途には以下のものが考えられる。

- 火力発電
- ガスを利用した製品の製造
 - LNG製造
 - アンモニア・尿素製造
 - メタノール製造
 - GTL製造

上記のような用途の天然ガス利用を実現するためには、バリューチェーンの構築が必要である。

天然ガス利用のバリューチェーンを構築することとは、天然ガス掘削から出発する「多様な活動」を、天然ガスを利用するために鎖（チェーン）のようにつないで価値を生み出していくことである。その「多様な経済活動」には、以下のものが含まれる。

- ガスの掘削・陸揚げ
- ガス利用施設へのガスの輸送（パイプライン、CNG船、トラック等）
- ガスを利用した製品の製造
- 製品利用者への輸送（船、鉄道、トラック等）
- ガスを利用した発電
- 送電

モザンビーク北部で期待される天然ガス利用の需要量を推計すると2025年に262百万GJ/年となり、モザンビーク国政府が保有することになるロイヤリティガスとプロフィットガスだけでは、不十分であることがわかった。この分析結果より、モザンビーク国内でのガスの消費を推進するには、現在の民間ガスホルダーが保有することになるガスをLNG製造と輸出にだけ回すのではなく、国内利用にも振り向ける必要がある。したがって、この場合には民間ガスホルダーの意向が強く働くような化学工業の業種と立地の選定となると考えられる。

他方、地域への便益、公共セクターが負担する費用といった観点からも比較検討が必要であることも判明した。そこでパルマ以外に立地する可能性がある火力発電所、メタノール製造、アルコール・尿素製造、ガスの熱利用といった利用者がナカラに立地する可能性も代替案として比較した。

シナリオ A：パルマ集中案

天然ガスを利用する火力発電所は、パルマとナカラ都市圏の両方に立地するが、LNG プラント、GTL、メタノール、アンモニア・尿素の化学工業プラントが全てパルマに集中する案である。この場合、長距離パイプラインは必要ない。しかし、これらの化学工業機能が修正し、労働者やサポート産業が立地する必要があるため、パルマの町に経済インフラ、都市インフラの整備が必要となる。

シナリオ B：パルマとナカラ都市圏への分散案

パルマには、LNG プラントの他、天然ガスを利用する火力発電所、GTL プラントが立地する。

他方、ナカラ都市圏には、天然ガスを利用する火力発電所が立地する他、メタノールプラント、アンモニア・尿素プラント、その他ガスをエネルギー源とするさまざまな製造業が立地する。

ナカラ都市圏にガスを供給するために、パルマからナカラまでガスパイプラインが必要となる。

代替案比較の結果：シナリオ B（経済的選択）

シナリオ A とシナリオ B の二つの代替案の比較の結果は以下の通りである。

パルマへの化学工業の一極集中のシナリオ A では、モザンビーク国の北端のエリアに化学工業都市が出現することになり立地するのは設備集約的な工業であるため、その経済社会的なインパクトは限定的なものになるであろう。また、中期長期的に見ると、パルマの経済インフラ、都市基盤整備のために大きな公共投資が長年にわたり必要となると考えられる。

他方、パルマとナカラ都市圏に分散配置となるシナリオ B では、ナカラ回廊のゲートウェイ都市となるナカラ都市圏に整備される経済インフラ、都市インフラや、ナカラ回廊の幹線道路や鉄道を、ナカラ都市圏に立地することになる化学工業が有効に活用することができる。

またパイプラインで運ばれてくる天然ガスは、ナカラ都市圏に育つであろうさまざまな製造業が必要とするエネルギー源としても活用できる。

天然ガスを活用した化学工業がナカラ都市圏に立地することで、地域開発の可能性がさらに大きくなること、整備されるインフラが活用される効率性が高まるという点から、シナリオ B のパルマとナカラ都市圏への分散配置が好ましいと評価できる。

現実の選択：シナリオ A（現実的な選択）

しかしながら、現時点ではまだ、ロブマ海盆では鉱区「エリア 1」と「エリア 4」でしか、天然ガスの埋蔵が確認されていないのと、現時点ではモザンビーク政府の資金力にも限界があるので、民間ガスホルダーの意向にそったシナリオ選択がなされ、民間側の直接的な費用負担が軽いシナリオ A で進むことになる可能性が高い。

高優先プロジェクト

シナリオ A の実現に必要なとされる高優先プロジェクトは、第 5 章にもある以下のプロジェクトである。

- パルマ港プロジェクト

- ・ パルマ火力発電所プロジェクト
- ・ パルマ・ペンバ・ナカラ送電線プロジェクト
- ・ パルマ都市給水プロジェクト
- ・ パルマ市街地拡大プロジェクト
- ・ ペンバ-パルマ-ネゴマネ道路の橋架け替えプロジェクト

6.3 天然ガス・バリューチェーン構築に関する課題

6.3.1 シナリオ A（パルマ集中案）の課題

まずは短期・中期的には(2018 年~2025 年)、既に天然ガスが発見されているパルマ沖のエリア 1 とエリア 4 からのガスで、LNG 製造、GTL 製造、メタノール製造、アンモニア製造を、パルマで行うことになる。

アナダルコ社と ENI 社の LNG プラントは、既にパルマで Tungue Bay の南に DUAT が確保されている 7,000 ha の土地に配置される。その他のガスを利用した化学工業やサポート産業は、その背後に準備されている土地に立地することになる。

その場合には、これらの化学工業やサポート産業、さらには、パルマに立地するさまざまな産業や人口が活用できる公用港湾施設の立地が困難な場合もあるので、港湾施設を管轄する MTC, CFM, PCD は、公共港湾施設立地・整備の代替案について、Anadarko 社、ENI 社との協議の上、公共港湾施設整備の方針を確定し、パルマでの早急な公共港湾整備を進める必要がある。

6.3.2 シナリオ B（パルマとナカラ都市圏への分散案）の課題：パルマ・ナカラ間パイプライン

パイプラインの建設、運営、維持管理体制

パルマとナカラ都市圏へ分散立地するシナリオ B においては、パルマ・ナカラ間のパイプライン建設が必要となる。そのパルマ・ナカラ間パイプラインの建設、運営・維持管理体制については、次の 3 つオプションが考えられる。

- ① 政府主導のもと、モザンビーク国営炭化水素公社（ENH）が建設、運営・維持管理を実施する。
- ② 民間活力を利用し、ENH と民間企業（大型プロジェクト開発者等）がパイプライン事業を目的とする合弁企業を設立し、建設、運営・維持管理を実施する。
- ③ 単一または複数の民間企業（大型プロジェクト開発者等）がパイプライン事業を目的とする企業を設立し、建設、運営・維持管理を実施する。

ガスマスタープランに記載の認定プロセスの評価基準では、上記②、③のオプションを開発者が提案するよう推奨されている。しかし、パイプライン事業を行うための十分なインセンティブが開発者に与えられているとは言えないことから、パイプライン事業への実践的な取り組みが提案されるかどうか懸念される。

シナリオ B で進める場合には、化学工業立地に加えて、ガス・パイプライン事業に関するさらなる検討が求められる。

パルマ・ナカラ間パイプラインのルート

パルマ・ナカラ間パイプラインの想定されるルートには、Quirimbas 国立公園があることから、事業実施可否の検討及び設計には環境に対する十分な配慮が求められる。

6.3.3 ロブマ海盆の南側鉱区での天然ガス埋蔵

将来的にロブマ海盆鉱区でさらに多くのガス田が発見されれば、天然ガスの国内利用にも大きな影響が出る。継続した探鉱状況把握に努める必要がある。そして、新たなガス田の発見があれば、上記の化学工業立地シナリオの見直しが必要となる。

現在はガスの埋蔵が確認されていないパルマ沖より南側のペンバ沖の鉱区からガスの埋蔵が将来的に発見されれば、ナカラやペンバに天然ガスを活用する産業や発電所の立地が可能になる。ペンバには LNG プラントが立地し、ガス発電所も立地する可能性も高まる。同時に、ナカラまでガスパイプラインを敷設して、ナカラ都市圏に化学産業（メタノール製造、アンモニア製造等）や発電所を立地する可能性が出現するとともに、民間ビジネス機会が出現する。

添付資料

添付 PEDEC-Nacala 最終報告書本編目次

PEDEC-Nacala の最終報告書は、以下の巻から構成される。

- 要約編
- 本編第 1 巻
- 本編第 2 巻
- GIS 図面集
- セクター資料編

また本編は、7 部に分かれており、21 の章と 5 つの付録から成り立つ。各章の目次は以下の通りである。

本編第 1 巻

要旨

第 1 部: 序論

1 章 序論

- 1.1 PEDEC-Nacala プロジェクト
- 1.2 プロジェクトの背景
- 1.3 PEDEC-Nacala プロジェクトの目標と目的
- 1.4 PEDEC-Nacala プロジェクトの指導原理
- 1.5 プロジェクトのアプローチ
- 1.6 調査地域（ナカラ回廊地域）
- 1.7 プロジェクトの枠組みと組織
- 1.8 PEDEC-Nacala 戦略の策定プロセスとスケジュール
- 1.9 最終調査報告書の構成

第 2 部: 現況

2 章 モザンビーク国と近隣諸国の現況

- 2.1 モザンビーク国の現況
- 2.2 モザンビークと近隣諸国
- 2.3 ナカラ回廊沿いにおけるモザンビーク、マラウイ及びザンビアの空間的特徴
- 2.4 ナカラ回廊沿いのマラウイの現況
- 2.5 ナカラ回廊沿いのザンビアの現況
- 2.6 国際回廊開発

3 章 ナカラ回廊地域における現況と新たな開発機会

- 3.1 ナカラ回廊地域の自然環境と水資源
- 3.2 ナカラ回廊地域の社会経済

3.3	ナカラ回廊地域の拠点都市
3.4	ナカラ回廊地域の空間パターン
3.5	ナカラ回廊地域に係る 5 州の特徴
3.6	ナカラ回廊地域の新たな開発機会
4 章	産業分野の現況
4.1	農業
4.2	林業
4.3	鉱業
4.4	天然ガス
4.5	加工産業
4.6	物流
4.7	観光業
4.8	投資振興
5 章	社会基盤の現況
5.1	道路
5.2	鉄道
5.3	港
5.4	水資源
5.5	電力
5.6	情報通信業
5.7	農村給水
6 章	主要拠点都市の現況
6.1	序論
6.2	ナカラ市とナカラ・ア・ヴェーリャ郡
6.3	ナンプラ市とその周辺
6.4	クアンバ市
6.5	その他の主要都市
7 章	自然環境の現況
7.1	自然環境の現状
7.2	環境管理行政の枠組み
7.3	環境に関する法的枠組み
7.4	既存戦略およびプログラム/プロジェクト
8 章	社会セクターのキャパシティの現況
8.1	教育セクター
8.2	保健セクター
8.3	経済セクターのための人材開発
8.4	行政と組織
8.5	地域社会の状況

本編第2巻

第3部:	ビジョン、開発目的、全体課題
9章	ナカラ回廊地位のビジョン及び開発目的
9.1	将来ビジョン
9.2	開発目的
10章	全体課題
10.1	序論
10.2	ナカラ回廊地域のSWOT分析
10.3	ナカラ回廊地域のセクター別課題
10.4	ナカラ回廊地域の全体課題
第4部:	開発フレームワーク
11章	社会経済フレームワーク
11.1	ナカラ回廊地域の社会経済フレームワークの目標年次
11.2	ナカラ回廊地域の人口フレームワーク
11.3	ナカラ回廊地域の経済フレームワーク
12章	ナカラ回廊地域の空間構造
12.1	ナカラ回廊地域の空間構造
12.2	ナカラ回廊地域の交通網
12.3	拠点都市の階層システム
第5部:	開発戦略
13章	開発シナリオと全体開発戦略
13.1	序論
13.2	開発シナリオ
13.3	全体開発戦略
13.4	段階ごとの開発戦略
14章	産業分野の開発戦略
14.1	序論
14.2	農業分野のための開発戦略
14.3	林業分野のための開発戦略
14.4	鉱業分野のための開発戦略
14.5	天然ガス開発のための開発戦略
14.6	加工産業のための開発戦略
14.7	物流分野のための開発戦略
14.8	観光分野のための開発戦略
14.9	投資促進のための開発戦略

15 章	社会基盤分野の開発戦略
15.1	道路のための開発戦略
15.2	鉄道のための開発戦略
15.3	港湾のための開発戦略
15.4	水資源のための開発戦略
15.5	電力分野のための開発戦略
15.6	情報通信業のための開発戦略
15.7	農村給水のための開発戦略
16 章	都市開発戦略
16.1	ナカラベイエリアの都市開発戦略
16.2	ナンブラ都市圏の都市開発戦略
16.3	クアンバ市の都市開発戦略
16.4	その他の主要拠点都市の都市開発戦略
17 章	環境管理戦略
17.1	序論
17.2	環境管理の将来展望
17.3	環境管理の課題
17.4	環境管理の目的
17.5	環境管理戦略
17.6	環境管理のためのプログラム及びプロジェクト
18 章	社会セクターのキャパシティ開発戦略
18.1	序論
18.2	教育セクターのための開発戦略
18.3	保健セクターのための開発戦略
18.4	人材開発セクターのための開発戦略
18.5	行政・組織のための開発戦略
18.6	社会開発戦略
第 6 部:	実施計画
19 章	2035 年までに実施されるべき優先プログラム、プロジェクト及び対策
19.1	概要
19.2	2035 年までのナカラ回廊地域におけるプログラム、プロジェクト及び対策
19.3	2035 年までのナカラ回廊地域における優先プログラム、プロジェクト及び対策
20 章	短期的・中期的高優先プロジェクト
20.1	短期的・中期的高優先プロジェクトの選定
20.2	短期的・中期的高優先プロジェクトの概要

第 7 部:	戦略的環境アセスメント
21 章	戦略的環境アセスメント
21.1	SEA 検討の目標と目的
21.2	SEA 検討の方法
21.3	代替案シナリオの評価
21.4	開発重要戦略の評価
21.5	短期的・中期的高優先プログラムの評価
21.6	提言
結論と提言	
付録 A:	サポート作業
付録 B:	能力開発活動
付録 C:	ナカラ回廊地域開発のための国際セミナー
付録 D:	会議の記録
付録 E:	ステークホルダー会議からのコメントの理解と対応方針に関するメモ