

ヴェネズエラ
コークス炉建設計画
予備調査団
報告書

平成4年11月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部
工業開発調査課

JICA
712
685
MPI
LIBRARY

鉦調工
J R
92-206

ヴェネズエラ
コークス炉建設計画
予備調査団
報告書

平成4年11月

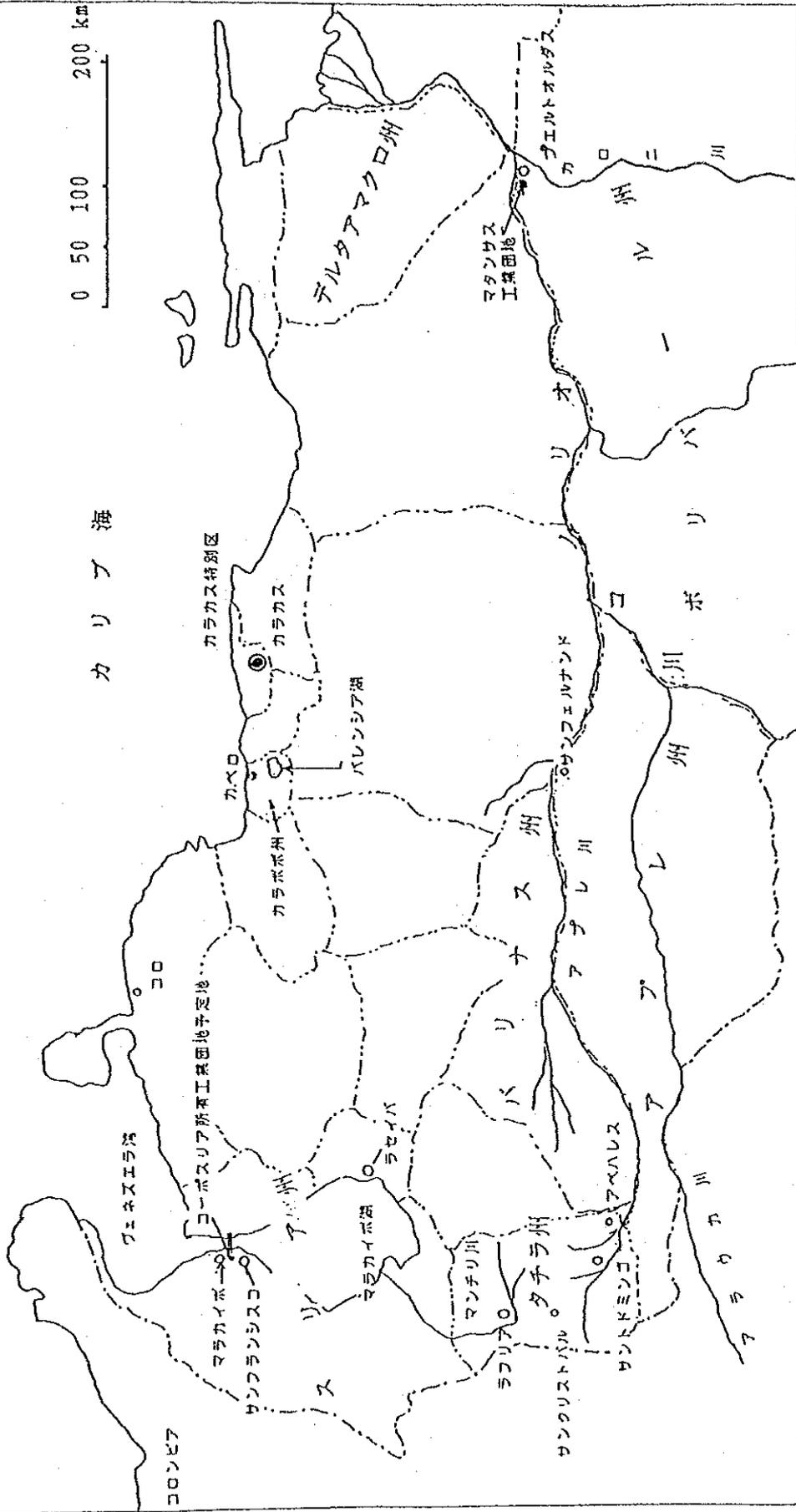


国際協力事業団
鉦工業開発調査部
工業開発調査課

国際協力事業団

25736

ヴェネズエラ国主要部

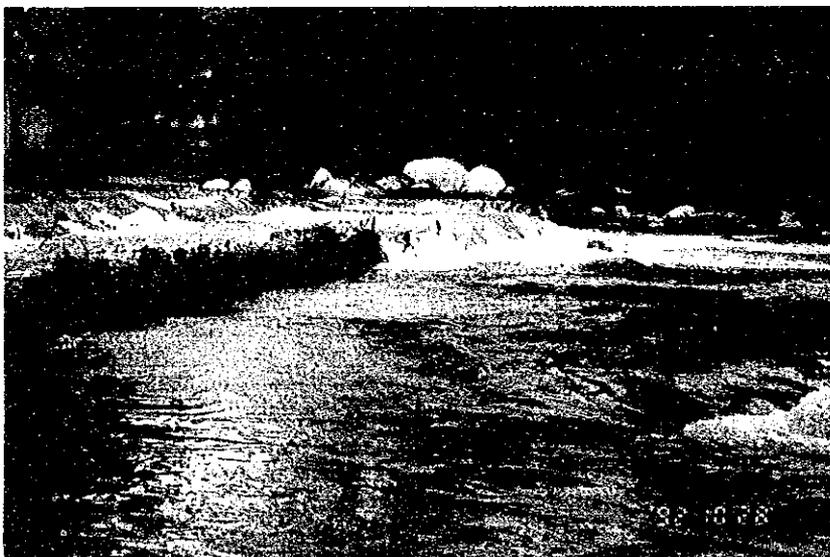




ラフリア工業団地



同工業団地内（ビール倉庫）



工業団地近くのマンチリ川（近くの石油タンクのスラジで油濁）



サント・ドミンゴ東側ウリバンテ川の広大な河川敷



ウリバンテ川支流



ウリバンテ川支流

目 次

ヴェネズエラ国主要部地図

プラントサイト候補地視察の様様

要 約	1
1. ヴェネズエラ国の関連主要事項	2
1. 1 正式国名	2
1. 2 国土面積	2
1. 3 人 口	2
1. 4 言 語	2
1. 5 政 権	2
1. 6 通 貨	2
1. 7 G D P	2
1. 8 対日貿易	2
1. 9 対日貿易品目	3
1. 10 石油資源	3
1. 11 石 炭	4
1. 12 貨 金	4
1. 13 日本の協力	4
2. 調査の目的とプロジェクトの内容	5
2. 1 目的と背景	5
2. 2 プロジェクトの概要	5
3. 調査項目	5
4. 調査団の編成	6
5. 調査日程	7
6. 主要面談者	8
7. 協議の内容と結果	9
7. 1 協議の内容	9
7. 2 結果と問題点	9
8. 調査結果	13
8. 1 ヴェネズエラ国の調査要請の背景と内容	13
8. 2 ヴェネズエラ国投資基金における聞き込み	14
8. 3 コークスの需給	16
8. 4 高炉コークスの需要に影響を与える新技術	24
8. 5 外国企業によるスリア州、タチラ州立地のコークス炉建設について	27

8. 6	資源、炭質の確認	27
8. 7	コークス炉建設サイト候補地	28
8. 8	立地・環境	34
8. 9	ヴェネズエラ国・コークス炉建設計画 事前調査・本格調査時の調査項目	42
8. 10	コークス工場立地の選択尺度	43
8. 11	技術的問題点	43
8. 12	コークス製造技術の選択	44
9.	調査結果まとめ	45

入手資料のリストと簡単な説明

事前質問状に対する回答集

提出資料のリストと簡単な説明

参考資料のリストと簡単な説明

添付資料のリストと簡単な説明

要 約

最大 100万トン/年の生産規模の高炉用コークスを生産するコークスプラントを建設することにより、高炉コークスと副産物の内需を充足し、併せてコークスの輸出によって国内産炭の活用、外貨の獲得、地域の活性化、雇用の促進などを期待するプロジェクトである。

調査項目と結果の概要は次の通りである。

1. コークスの国内需要：現状はアルミニウム工場の電極などに限られており、高炉用コークスの需要は見込めない。
2. プラントサイト：長距離搬送・積卸しによるコークスの品質低下を避けること、及び余剰のコークス炉ガスの需要家確保等を考慮し、製品コークスの搬出に便利な地域を選定する。タチラ州のラフリア工業団地およびコロラダス地域、ポリバール州マタンサス工業団地を調査した結果、マタンサス工業団地が有利な条件であると判断された。スリア州マラカイボ地域については次回の調査に委ねることになった。
3. 環境：タチラ州には国立公園の環境保全地域があり、また河川上流域のため工場排水による河川水質への影響の配慮、生態系の保護に細心の注意を要する。
ポリバール州マタンサス工業団地はオリノコ川木流域に位置しているため、河川水質、生態系への影響はタチラ州に比較して軽微であると思われる。
スリア州マラカイボ地域については未調査であり、実態調査の必要がある。
4. 石炭資源：タチラ州のアドフンタス炭が粘結炭であり、他の石炭は弱粘結炭または非粘結炭と見られている。このため各炭田の可採炭量を考慮して配合割合を設定し、長期的に安定してコークス原料を確保することが望ましい。各配合炭のコークス化性を試験する必要がある。

1. ヴェネズエラ国の関連主要事項

1.1 正式国名 Republic of Venezuela

1.2 国土面積 912,050 km² (日本の約2.4倍)

1.3 人口 1,810万5,265人 (1990年10月のCENSUS)

1,973万5,000人 (1990年度中央統計情報局) こちらの方が実態を反映していると言われる。1991年度の推定人口は2022万人となっている。
1950～1960年の間は年率3.7%の人口増が見られたが、1981～1990年の間は2.5%の増加に下がっている。

1.4 言語 公用語はスペイン語

1.5 政権 1989年～現在 第二次カルロス・アンドレス・ペレス政権
現大統領の任期は1994年2月

1.6 通貨 ボリバル (Bolivar) Bs
為替レート Bolivares per US\$ (end period)

1988	1989	1990	1991	1992-11
14.50	43.08	50.38	59.70	74.00

1.7 GDP

1987	1988	1989	1990	1991
696.4	873.3	1510.4	2264.0	2995.0

(マーケット価格 Bilion Bs, unified rate = Bs 67.3 per US\$)
1989年のGNPは47,164百万US\$ で南米で3位。1990年のGNPは2201.2億ボリバル(Bs)である。

1.8 対日貿易

日本・ヴェネズエラ貿易推移 (単位 100万US\$)

年	80	81	82	85	87	88	89	90	91	
対日輸入	691	912	723	368	355	463	534	640	468	CIF
対日輸出	835	925	1179	352	505	554	211	298	529	FOB
貿易総額	1526	1837	1902	720	860	1017	746	938	998	

1.9 対日貿易品目（1990年）

	対日輸出 CIF			対日輸入 FOB	
	(百万 US\$)	%		(百万 US\$)	%
アルミ	409.4	64.0	輸送機械	122.8	41.2
石油	102.1	15.9	うち自動車	84.8	28.5
鉄鉱石	49.0	7.7	一般機械	56.8	19.1
鉄鋼製品	40.3	6.3	電気機械	43.0	14.4
その他	39.1	6.1	鉄鋼製品	21.8	7.3
合計	639.9	100.0	化学製品	13.9	4.7
			その他	39.7	13.5
			合計	298.0	100.0

対日輸出のうちアルミが大半を占めるが、鉄鋼製品の輸出（4000万US\$）もある。アルミも鉄も豊富な資源を有し、今後もその伸びが期待される。

1.10 石油資源

ヴェネズエラは世界屈指の産油国である。

確認原油埋蔵量 : 601億バレル（世界第六位）

石油精製能力 : 132.0万バレル/d（OPEC諸国中最大）

オリノコヘビーオイル : オリノコ川流域には

原始埋蔵量 : 1.2兆バレル、

可採埋蔵量 : 3000億バレル

という膨大な超重質油が賦存していると言われる。日本における燃焼試験にも成功した由であるが、もしコークス用の炭素源として有効活用する事ができれば甚だ心強い炭素資源でもある。

天然ガス

90年の確認埋蔵量 : 3兆4281m³

生産量 : 285億m³

で、可採年数は120年といわれ、全ての産業に消費されている。

価格も約 1.7円/Nm³と極めて安価である。

1.11 石炭

確認埋蔵量5億トン、推定可採埋蔵量92億トンと言われ、タチラ州、スリア州に広く賦存している。このうち、タチラ州のアド・フンタス炭はコークス用の粘結性原料炭として有望視され、JICAによって炭田開発のF/Sが実施された。石炭産業全体としては、なお開発中であり今後の調査発展が期待される。

1.12 賃金

最低賃金制が布かれ、1992年2月現在

都市部 : 9000*リパ-/月

農村部 : 7000*リパ-/月

この他に交通費、食費の補助がある。

1.13 日本の協力

ヴェネズエラは一人当たりの国民所得が高いため、ODAによる資金協力は実施されていない。日本輸出入銀行を通じて最近5年間に約17億 US\$の直接借款契約が調印されている。

対ヴェネズエラ政府開発援助は技術協力が主となっている。JICAによる技術援助として最近の案件として、タチラ州の石炭開発に関するF/S・アブレ川の総合治水基本計画の策定に関する開発調査等の技術協力が行われている。

2. 調査の目的とプロジェクトの概要

2.1 目的と背景

ヴェネズエラは石油、天然ガス、鉄鉱石、ボーキサイトなどの豊富な天然資源に恵まれた国であるがその経済は石油、天然ガス生産に強く依存し、両者で貿易の83%、国家収入の74%を占めている。この依存性のため石油関連以外の産業振興は遅れ、北部カリブ海沿岸地域以外の開発も進んでいないし、農業も不振である。

ヴェネズエラ政府は1990年7月 同国のコークス炭の開発とその工業化を目的に同国西部のタチラ炭田の開発にかかる調査と同炭田から産出される粘結炭を原料としたコークス炉建設にかかるF/S調査の実施を我国に要請してきた。国産資源の活用による外貨の節約と獲得、地域振興と雇用の創出政策によるものである。

しかしながら前者と後者では調査の内容及び実施方法が大きく異なるため、我が方は案件採択時において調査を2段階に分けることで先方の了解を得、まず第一段階として1991年2月より本年9月まで「タチラ州炭田開発計画調査」を実施した。

上記炭田開発計画調査の結果、タチラ州炭田のラス・アドフンタス鉱区に存する高揮発分原料炭の開発の可能性が確認され、ヴェネズエラ側で調査したフランハ・ノル・オリエンタル鉱区に存する中揮発原料炭と混炭することにより高強度コークスを製造できる可能性があることが判明した。

本件調査はこの結果を受け、コークス炉建設にかかるF/Sの実施を検討すべく予備調査を実施したものであり、コークスの国内需要、サイト候補地の確認環境に係わる調査等、F/S実施に必要な基本的事項の確認協議を目的とした。

3. 調査項目

下記の関連項目について予備調査を実施した。

- 1) 要請の背景とその内容
- 2) コークス内需の調査
- 3) コークス工場サイトの調査
- 4) 石炭資源の確認
- 5) 原料炭及び成品コークスの輸送経路と輸送手段の調査
- 6) 立地条件、環境の予備調査

4. 団員構成・担当業務

区分	氏名	担当業務	所属
団長	中井 信也	総括	JICA鉱工業開発調査部 工業開発調査課長
団員	榎藤 浩	石炭行政	通産省資源エネルギー庁 石炭部海外炭対策室調査係長
団員	村岡 敬一	調査企画	JICA鉱工業開発調査部 工業開発調査課職員
団員	宮嶋 信雄	コークス 製造技術	(社) 日本プラント協会
団員	池幡 隆夫	立地・ 環境	(社) 日本プラント協会
団員	福井 美子	通訳	(財) 国際協力サービスセンター

5. 調査日程

日 (曜日)	行程 (案)	
10/19 (月)	成田発 (NH-010) N.Y 着	
/20 (火)	N.Y 発 (AA-939) カラス着 大使館吉村一等書記官打合わせ	
21 (水)	日本大使館表敬、企画省表敬 カイナ開発公社訪問 (SIDOR他)	
22 (木)	F I Vとの協議 (背景、目的確認) 環境天然資源省訪問 (環境法規制調査) : 池幡団員	
23 (金)	ポリバル州プエルト・オルダス訪問 (SIDOR, CARBONORCA, VEMALM, OPCO)	
24 (土)	資料整理	
25 (日)	カラス発サト・ドミンゴ着 (VE-043)	
26 (月)	南西部開発公社、南西部石炭公社訪問、ラリア工業団地視察 サト・ドミンゴ発カラス着 (VE-044)	
27 (火)	①官、ユークス技術及び通訳 ②立地・環境団員	FIV との協議 ラリア 州立地・環境調査
28 (水)	①官、ユークス技術及び通訳 ②立地・環境団員	FIV との協議、大使館報告 ラリア 州立地・環境調査 サト・ドミンゴ発カラス着 (VE-044)
29 (木)	①官団員 ②コソバル団員及び通訳	カラス発 (UA-870) N.Y 着 補足調査 (FIV, リア州開発公社)
30 (金)	①官団員 ②コソバル団員及び通訳	N.Y 発 (NH-009) 31日帰国 補足調査
31 (土)	コソバル団員及び通訳	カラス発 (UA-870) N.Y 着
11/ 1 (日)		N.Y 発 (NH-009)
2 (月)		帰国

6. 主要面談者

- (1) 経済企画庁
投資計画局長 German Rios
二国間協力官 Franco Alibrandi
- (2) ヴェネズエラ投資基金
総裁 Carlos Hernandez Delfino
次官 Aguilés Viloría
投資局長 Lois Lopez
顧問 Pablo Matute
- (3) 環境天然資源省
環境政策総局長 Norka Rojas Lugo
- (4) 南西部開発公団
総裁 Henry Matheus
次官 Emilio Abunassan
- (5) 南西部石炭開発公団
総裁 Maximo Rodrogues
次官 Wilfredo Colmenares
企画官 Tamara Bergkamp
- (6) ガイアナ開発公団
顧問 Manuel Arrieta
- (7) オリノコ製鉄公社
Investigador Gerardo Contreras
- (8) VENALUM
国際調達部長 Jose R. Carvajal
- (9) OPCO
副社長 菅野 原哲
副社長 藤 太
- (10) スリア開発公団
次官 Angel Delgado Medina
秘書 Mariela Rincon Li.
- (11) 日本大使館
四之宮 平祐 参事官
吉村 佳人 一等書記官
小沢 洋一 理事官
高橋 育雄 経協班アシスタント

7. 協議の内容と結果

7.1. 協議の内容

調査団は10月21日、22日の両日、経済企画省、ヴェネズエラ投資基金（F I V）及び南西部石炭開発公団、主要な国内コークス需要家企業を管轄するガイアナ開発公団及びその傘下のオリノコ製鉄公社他との協議並びに環境天然資源省での情報収集を行うと共に、引き続き23日から26日にかけてガイアナ州フェルト・オルダス工業地区及びタチラ州サンクリストバル、同州ラフリア工業用地等を訪問し、コークス需要家調査、コークス炉建設候補地調査及び環境予備調査を行った（スリア州に関しては、コンサル・チームに政府関係機関に対する補足調査を指示した。）この結果、以下の点につきヴェネズエラ側と基本的了解を取りつけた。

（次頁 F I V 総裁宛書簡及びメモランダム 参照）

- (1) 本件コークス炉のF/S調査の実施に際してはタチラ州の原料炭の活用の観点から調査を行うこと。
- (2) F/S調査の対象となるコークス炉建設候補地については、調査の効率的実施の観点から、予めヴェネズエラ側でタチラ州、スリア州及びボリバル州内に具体的候補地を選定しておくこと。
- (3) 本件コークス炉で製造されるコークスは高炉用コークスとすること。（同一コークス工場での高炉用コークスとアルミ精錬、フェロアロイ製造及び鑄造用コークスの製造は技術・経済的観点から困難であるため。）

この結果、高炉用コークスの国内需要は存在しないため、本件コークス炉建設の目的は輸出指向による外貨獲得となり、輸入代替効果は副産物（タール・ピッチ等）製造に限定されること。

- (4) 本件コークス炉の製造規模は年産100万トンを上限とすること。
- (5) F/Sの実施に際しては南西部石炭開発公団からタチラ州の石炭埋蔵量、炭質等の関連データ提供が必須であること。
- (6) JICAとしては上記(2)につきヴェ側への回答取り付け次第、可及的速やかにS/W署名のための事前調査団を派遣する用意があること。

7.2. 懸案及び問題点

- (1) 上記(3)に関し、F I Vからは海外需要調査がF/Sの中で重要な要素となろう旨発言があった。また南西部石炭開発公団からも国内のコークス需要の大半はタチラ州内の既存企業独自で応じられる見通しであるところ、本件F/S調査では高炉用コークスの海外需要の把握を重視してもらいたい旨、重ねて要望があった。

これに対し調査団より本件については、要請当初より内需と輸出が半々と想定されてきた経緯があり、本格調査において海外需要に限った需要予測を行うことは必ずしも容易ではないと考えられるため、わが方として対応可能な調査内容については、今後、関係機関とも十分協議の上、S/W案への記載ぶりを検討していく必要がある。

- (2) ヴェ側としては上記(2)のサイト選定結果及び(5)の炭田調査結果を12月16日までに大使館宛に提出越す旨確認したところ、わが方としては先方の準備状況を見極めつつ、明年1月中を目途とした事前調査団派遣を考えることと致したい。

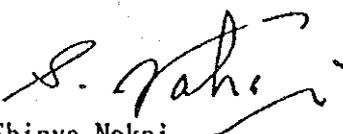
Caracas, October 27, 1992

To : Dr. Carlos Hernandez Delfino
Ministro de Estado
Presidente del
Fondo de Inversiones de Venezuela

Subject: The Feasibility Study of the Establishment of the Coke Plant
in the Republic of Venezuela

In response to the request of the Government of the Republic of Venezuela, the Preliminary Study Team organized by Japan International Cooperation Agency visited Venezuela from October 20 to October 29, 1992 for the purpose of clarifying the request of the Feasibility Study of the Establishment of the Coke Plant in Venezuela and discussing the framework of the Study with the authorities concerned of the Government of Venezuela.

A series of meetings were held between the team and Venezuelan side and the result is reported in the attached paper.



Shinya Nakai

Leader of the Preliminary Study Team,
Japan International Cooperation Agency

MEMORANDUM

The Preliminary Study Team organized by Japan International Cooperation Agency and headed by Mr. Shinya Nakai (hereinafter referred as "the Team"), visited Venezuela from October 20 to October 29, 1992 for the purpose of clarifying the request of the Feasibility Study of the Establishment of the Coke Plant in Venezuela (hereinafter referred as "the Feasibility Study"), and discussing the framework of the Study with the authorities concerned of the Government of Venezuela.

A series of meetings were held between the Team and Venezuelan side and as a result both sides confirmed the followings:

1. Both sides confirmed that in case of carrying out the Feasibility Study, coals at Tachira mines are utilized as coaking coals for the plant.
2. (1) As to candidate sites of the coke plant to be covered by the Feasibility Study, the Team suggested that the selection of a prospective plant site(s) in Tachira, Zulia and Bolivar State in advance by Venezuelan side was essential to economize duration and cost of the Feasibility Study.
(2) Venezuelan side understood the point and promised to inform the result of the selection of the prospective plant site(s) for the coke plant in each state.
3. (1) As to a product of the coke plant, both sides confirmed that the coke to be produced by the coke plant would be a coke for blast furnace of pig iron production process, for it is techno-economically difficult for a coke plant to produce a coke for blast furnace and other type of coke which is used in Aluminium, Ferro-alloy and other Foundry industries and that the coke plant would be an export oriented one and its import substitution effect would be limited on the production of by-products.
(4) FIV understood the above explanation, and stated that overseas demand study would be an important element in the Feasibility Study.

4. (1) As to a capacity of the coke plant, both sides shared the view that the expected production capacity of the coke plant would be at most 1 (one) million ton per year.
 - (2) The Team stated in order to figure out the size of coke production, it would be essential to be provided by the CARBOSUROESTE of the related data on coal mines in Tachira, especially the result of its study on Franja Nor-Oriental mine.
5. The Team stated that JICA would dispatch the preparatory study team for signing the Scope of Work as early as possible on receiving the answer on item 2. (2) above from Venezuelan side.

Caracas, October 27, 1992

8. 調査結果

8.1 ヴェネズエラ国の調査要請の背景と内容

要請の内容を要約すると

- ① コークス製造に適した国内産の粘結炭（タチラ州アドフントス炭）を主原料としてコークスを製造し内需を充足した上で余力を輸出し外貨の節約と獲得を図る。併せて経済的波及効果を期待する。
- ② コークスの内需は鉄鋼業、アルミ製造業その他を併せて30～50万t/yと考えられる。
- ③ コークス製造に伴うパイプロダクト（硫安、ナフタリン、タール、ピッチ）の内需はある。
- ④ 従って100万t/yのコークス炉を建設したい。

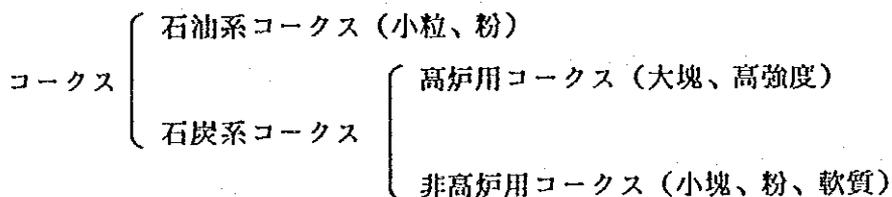
ということであった。

しかし、この要請に盛り込まれたコークス需要は高炉用コークスと非高炉用コークス（アルミニウム、電極用、その他）の両者の需要を混同して合算したものであった。

調査の過程でヴェネズエラ国には基本的に高炉用コークスの内需がゼロであることが判明した。鉄鋼業もアルミニウム製造業も消費しているコークスは輸入した石油コークスであった。

もし、タチラ州のアドフントス炭を主原料として高炉用コークスを生産した場合は、内需が無い場合全量を輸出に回さなければならない。そして輸出用コークスとしては、需要（マーケット）が大きく価格も高い高炉用コークスを生産することになる。

注：コークスは次のように大別される。



以上の事情により調査要請の内容が見直され

- ① 成品コークスは高炉用コークスとし、全量を輸出するものとする。
- ② コークス炉の規模は最大で100万 t/y とする。
- ③ パイプロダクトについては内需を想定する。
- ④ 外需（輸出マーケット）について十分に調査をする。

と云う設定とし、F/Sはこの条件を前提として実施されるべきことが確認された。

8.2 ヴェネズエラ投資基金における聞き込み

① 調査に先立って、F I Vにおいて需要家を交えてコークス需要のヒアリングを行った。この結果は入手資料の1～7に示してある。すなわち

- 入手資料1：アルミニウム製造用の電極の炭素源が石油コークスと石油ピッチであり、原単位は両者併せて 480 Kg/tアルミ である。石炭系コークスは使用していない。
- 入手資料2, 3：上記に使用している石油コークスの分析値である。
固定炭素99.1%、硫黄3.0% (Max) で良質とは云えない。
- 入手資料4：フェロシリコン製造所のデータである。コークス消費を期待していたが消費している炭素源は石炭であることが判明した。
- 入手資料5：カルボスロエステ提供のタチラ州産炭による石炭コークスの消費予想である。1992年見込みは154,200 t/y となっている。勿論このコークスは高炉用コークスではない。また後日の東部工業地帯における聞き込みとは数字が合致しないがこの差異の確認は行えなかった。
- 入手資料7：一貫製鉄所であるS I D O Rで使用しているコークス（石油系）の分析値である。

消費量は1992年 60,000 t/y

1993年 178,000 t/y

の予想である。

現在の輸入価格は 180 US\$/t である。

② 東部工業地区の消費者調査

前記F I Vにおける打ち合わせの結果、需要地におけるコークス消費の実態を調査把握する必要性を痛感し、急速東部工業地区（ポリバール州マタンサス地区）を訪問し各社の実状を聴取した。

SIDOR社：公称480万t/yの粗鋼生産能力を有する一貫製鉄所である。

主要設備としては

ペレット工場 600万t/y
直遠鉄工場 406万t/y (公称能力)
HYL-1型×1
HYL-2型×3
MIDREX×3
ARREX×1

(注：ヴェネズエラは世界一の直遠鐵の生産国である。表-1に示す如く、全体として589万t/yの能力をもち、更に増設を図っている。)

電気炉 150t×4 ピレット用
同 200t×6 スラブ用
連鑄 スラブ用 サイズ200×2000×12mm
同 ピレット用 サイズ130～150角
厚板工場 20万t/y

コークスはペレット工場及び電気炉で使用されているが前述のように全て石油コークスである。

以前には電気製鉄炉(ALTO HORNOとよばれていた)ので高炉と誤解されていたが7基稼働していたので、600～700t/dの高炉用コークスの需要があった。現在この炉は完全に休止しておりまた再開の予定もない。

カルボスロエステのデータでは、7,000t/月のタチラ州石炭コークスの消費がSIDORにあることになっているがSIDORの担当者からはゼロ回答であった。カルボスロエステの数値は希望的な数字であろう。

CARBONORCA カルボノルカ社：アルミニウム製造用の炭素電極の専門メーカーである。

・添付資料5はカルボノルカ社の紹介である。同社はアルミニウム用電極を354,000t/y生産し、内外に供給している。電極製造用の炭素原は石油コークス及び石油ピッチである。高炉用コークスは勿論、石炭系のコークスは使用していない。カルボスロエステ提供のデータでは400t/月の石炭系コークスの需要があることになっていたが実態はゼロであった。

VENALUM ヴェナルム社：アルミニウム420,000t/yを生産する同国最大のアルミニウム製造所である。現在ヴェネズエラ国で確定した増産計画はないが、将来

200万t/y の生産を目標としていると云う。

ヴェナルム社で使用しているいるコークスも石油系コークスである。但し、電極の焼成後の p r o t e c t 用（養生、保温）に極く僅かの石炭コークスを使用している。これは電極の品質に影響がないことと安価であることによる。消費量は550 t/y で、カルボスロエステの云う600 t/月とは合致しない。

以上の現地調査を要約すると

- ① 高炉用コークスの国内需要はない。
- ② ヴェネズエラ国内で使用しているコークスは基本的に石油系コークスである。
- ③ ごく一部で安価なタチラ州産及びコロンビア産の石炭系コークスを使用しているが、小量であり本プロジェクトの対象外と考えられる。
- ④ 高炉用コークスを使用する将来のプロジェクトは考えられていない。

となる。従って、要請されたコークス炉建設計画は、全量を輸出する高炉用コークス炉の建設計画という方向付けとなる。

8.3 コークスの需給

8.3.1 ヴェネズエラのコークス需要と供給

今回の調査により、ヴェネズエラ国内のコークス需要は、最大のコークス消費者と見込まれていた国内鉄鋼企業のシドール（SIDOR）が、以前は高炉用コークスを使用していた可能性があるものの、現在は全量直接還元鉄で操業しており、高炉用コークスを使用していないことが判明した。

また、アルミ精錬企業のベナルム等ではアルミ電極用コークス等を使用しているものの、消費量は年間数万トン規模で、南西部石炭開発公社（CORPOSUROESTE）からも、国内のコークス需要の大半はタチラ州内の既存企業独自で応じられる見通しである旨の回答があった。

8.3.2 世界のコークス需要

今回の予備調査とヴェネズエラ投資基金（F I V）との間で基本的了解を取り付けたとおり、本件コークス炉では高炉用コークス（年100万トン規模を上限）を製造することとし、製品は全量輸出向けと考えることとなった。また、併せてF I V、CORPOSUROESTE から海外コークス需要調査の要望があった。

このためヴェネズエラ国外での高炉用コークスの需要見通しを考える必要がある。

表8.3.1 世界の主要国粗鋼生産

(単位：千トン)

	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年
ロシア	148,517	147,153	152,511	154,200	154,500
日本	101,676	99,548	97,179	105,586	105,279
米国	109,615	67,656	76,763	83,941	80,068
中国	35,600	37,160	40,020	43,360	46,700
旧西独	41,610	35,880	35,729	39,389	40,497
ブラジル	13,226	12,995	14,671	18,386	20,455
イタリア	24,778	24,009	21,811	24,062	23,898
韓国	10,753	11,758	11,915	13,034	13,539
合計	708,493	646,897	663,815	709,786	721,200

	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年
ロシア	160,537	161,874	163,037	160,096	153,927
日本	98,275	98,513	105,681	107,908	110,331
米国	74,033	80,877	90,650	88,852	88,918
中国	51,900	55,250	59,430	61,590	67,241
旧西独	37,134	36,248	41,023	41,073	38,435
ブラジル	21,233	22,228	24,657	25,055	20,582
イタリア	22,758	22,848	23,760	25,216	25,466
韓国	14,555	16,780	19,118	21,873	23,125
合計	718,661	734,741	778,283	782,578	774,458

(出所) 鉄鋼統計月報、1990年は速報。

表8.3.2 世界の鉄 生産高推移

(単位: 1,000M.T. %)

年	日本		韓国		中国		北朝鮮		タイ		インド		EC12		ドイツ		フランス		イタリア		ベルギー		ルクセンブルグ		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1981	80,048	7,925	1,910	31,170	5,000	10	9,474	138,258	97,233	34,308	2,432	17,274	12,319	9,809	2,889										
82	77,558	8,443	2,685	35,510	5,250	6	9,610	138,096	85,161	29,770	2,149	15,047	11,596	7,862	2,587										
83	72,936	8,024	3,415	37,380	5,500	10	9,162	136,247	82,296	28,805	2,207	13,770	10,362	8,068	2,316										
84	80,403	8,763	3,350	41,160	5,750	10	9,461	147,791	91,328	32,563	2,360	15,039	11,667	9,011	2,768										
85	80,569	8,833	3,429	41,000	7,750	10	9,835	151,436	94,329	34,109	2,578	15,406	12,114	8,747	2,754										
86	74,651	9,003	3,740	49,940	8,500	10	10,514	156,358	88,022	31,744	2,725	13,982	11,886	8,046	2,650										
87	73,418	11,076	3,770	50,200	8,500	10	10,920	157,894	88,357	31,272	2,755	13,447	11,355	8,254	2,305										
88	79,295	12,578	5,675	57,040	5,900	10	11,709	166,157	96,140	35,239	2,786	14,786	11,349	9,182	2,520										
89	80,197	14,846	5,780	58,200	5,900	10	12,150	160,883	97,866	35,508	2,732	15,071	11,788	8,923	2,684										
90	80,229	15,339	5,957	62,373	5,900	10	12,645	182,453	93,965	32,267	2,159	14,415	11,883	9,416	2,645										
p91	79,985	18,510	5,561	67,161	6,000	10	14,176	191,406	89,752	30,989	-	13,646	10,856	9,353	2,463										
前年比(91/90)	99.7	120.7	93.4	107.7	101.7	100.0	112.1	104.9	95.5	96.0	-	94.7	91.4	99.3	93.1										
対/傾比(91)	72.9	71.2	50.7	95.4	85.7	1.0	82.9	76.9	65.5	73.5	-	75.0	43.3	82.9	72.9										

年	オランダ		イギリス		デンマーク		スペイン		ポルトガル		スウェーデン		フィンランド		ノルウェー		オーストリア		スイス		トルコ		ユーゴスラビア		西ヨーロッパ計		チェコスロバキア		ポーランド		
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
1981	4,600	9,461	-	6,259	314	1,770	1,965	570	3,477	33	2,050	2,816	109,914	9,903	8,980																
82	3,618	8,465	-	5,994	222	1,779	1,944	483	3,115	10	2,174	2,702	97,368	9,525	8,198																
83	3,747	9,627	-	5,246	355	2,011	1,898	565	3,319	10	2,719	2,836	95,654	9,466	9,374																
84	4,926	9,843	-	5,338	373	2,214	2,034	572	3,745	54	2,902	2,846	105,695	9,561	9,627																
85	4,819	10,187	-	5,479	414	2,420	1,896	606	3,732	55	3,193	3,108	109,339	9,600	9,804																
86	4,628	9,812	-	4,811	463	2,496	1,980	570	3,395	79	3,733	3,067	103,342	9,573	10,096																
87	4,575	11,914	-	4,604	431	2,314	2,063	385	3,451	70	4,068	2,868	103,576	9,788	10,121																
88	4,994	13,235	-	4,690	445	2,492	2,173	367	3,665	70	4,462	2,916	112,585	9,706	9,929																
89	5,163	12,816	-	5,535	377	2,638	2,284	240	3,623	-70	3,508	2,898	113,327	9,111	9,167																
90	4,960	12,197	-	5,513	339	2,736	2,283	-54	3,452	-70	4,827	2,312	109,699	9,667	8,352																
p91	4,696	12,094	-	5,104	251	2,812	2,331	61	3,439	70	4,594	1,266	104,325	8,479	6,355																
前年比(91/90)	94.7	96.8	-	97.5	74.0	102.8	102.1	113.0	99.6	100.0	95.2	54.8	95.1	87.6	75.4																
対/傾比(91)	90.8	74.0	-	41.4	43.6	66.2	80.7	13.6	82.2	7.3	49.2	50.7	64.5	70.2	60.9																

表 8.3.3 世界の鉄鉱生産高推移 (続)

(単位: 1,000M.T)

年 度	ルーマニア		ハンガリー		ブルガリア		東ヨーロッパ計		ソ連		アメリカ		カナダ		北アメリカ計		メキシコ		ブラジル		アルゼンチン		チリ		グアテマラ		コロンビア		ペルー				
1981	8,857	2,212	1,515	31,167	107,766	66,743	9,743	76,486	3,767	10,791	914	582	420	233	187																		
82	8,190	2,201	1,562	29,676	106,723	39,290	8,000	47,290	3,591	9,080	1,017	455	202	240	162																		
83	8,950	2,059	1,626	31,475	110,453	44,186	8,567	52,785	3,537	12,945	913	539	169	241	113																		
84	9,557	2,096	1,682	32,523	110,800	47,087	9,643	56,730	3,926	17,230	902	594	326	252	4																		
85	9,500	2,000	1,600	32,504	109,977	45,764	9,665	55,128	3,595	18,961	1,310	580	441	234	163																		
86	9,329	2,061	1,605	32,664	113,600	39,873	9,249	49,122	3,738	20,163	1,625	591	493	317	216																		
87	9,500	2,109	1,657	33,175	106,033	43,669	9,719	53,388	3,712	20,944	1,752	617	473	325	185																		
88	8,941	2,093	1,441	32,110	114,000	50,571	9,392	59,963	3,678	23,454	1,586	776	485	309	166																		
89	9,501	1,954	1,499	31,232	113,928	50,687	10,139	60,826	3,230	24,363	2,052	679	455	297	209																		
90	6,355	1,711	1,143	27,228	110,167	49,668	7,346	57,014	3,645	21,141	1,883	675	314	323	93																		
p91	e1,700	1,311	e1,100	21,945	90,953	44,123	8,268	52,391	2,962	22,754	1,366	703	0	305	207																		
前年比(91/90)	74.0	76.6	96.2	80.6	82.6	88.8	112.6	91.9	83.4	107.6	74.9	107.6	-	94.1	129.0																		
鉄/銅比 (91)	66.3	70.4	64.6	66.2	68.5	55.3	64.1	56.6	38.6	100.9	48.0	90.2	-	45.8	49.8																		

年 度	ラテンアメリカ計		オーストラリア		ニュージーランド		南アフリカ		ジンバブウェ		エジプト		アフリカ計		世界合計	
1981	16,894	5,830	1,158	7,366	643	965	9,132	496,100	△ 2.2							
82	14,707	5,956	97	6,868	478	1,080	8,523	449,400	△ 9.4							
83	16,267	5,045	147	5,001	584	898	6,630	453,800	7.0							
84	19,764	5,329	148	5,451	400	962	6,991	485,700	7.0							
85	25,203	5,605	142	5,044	674	950	6,810	496,800	2.3							
86	27,143	5,853	149	5,774	644	1,066	7,633	491,500	△ 1.1							
87	28,009	5,581	168	6,317	560	1,069	8,114	518,000	2.4							
88	30,464	5,723	128	6,941	503	1,112	8,684	530,600	5.7							
89	31,295	6,084	155	7,315	539	1,100	8,878	536,000	7.0							
90	28,074	6,127	148	7,139	484	1,100	8,871	524,500	△ 2.1							
p91	28,297	5,633	162	6,968	536	1,250	8,916	500,500	△ 4.6							
前年比(91/90)	100.8	91.9	109.5	97.6	110.7	113.6	100.5	95.1								
鉄/銅比 (91)	72.1	91.7	81.0	74.5	101.9	49.2	66.3	68.3								

出所: 第一 - 世界世界の粗鉄生産量
 注: 1. 世界合計は各種統計資料から得られる全ての鉄鉱生産国44カ国のデータを合計したものである。
 2. 各地域計は内国計。
 3. 鉄/銅比は粗鉄を100にした鉄の割合を示す。
 4. ECへの各国の加盟年次は凡例参照。

表8.3.4 世界のコークス消費量

(単位：千トン)

		生産量	輸入量	輸出量	在庫	消費
中 国	1985	48,021	21	369	776	46,897
	1986	52,767	0	460	-193	52,492
	1987	57,961	0	613	--	57,338
	1988	59,110	0	690	--	58,420
日 本	1985	51,741	0	2,270	-237	49,708
	1986	48,140	45	2,333	609	45,243
	1987	46,429	115	3,170	-401	43,773
	1988	50,635	220	2,809	133	47,913
米 国	1985	25,992	524	1,018	-1,055	26,553
	1986	23,170	298	911	-442	22,999
	1987	26,435	836	521	-909	26,659
	1988	29,124	2,439	992	471	30,100
旧西ドイツ	1985	23,232	831	5,461	-2,756	21,358
	1986	23,101	948	3,776	2,116	18,157
	1987	20,218	805	2,848	1,394	16,781
	1988	18,825	886	3,721	-1,858	17,848
ポーランド	1985	16,239	--	1,639	-482	15,082
	1986	16,609	--	1,541	16	15,052
	1987	17,442	--	2,255	107	15,080
	1988	17,482	--	2,847	116	14,519
ブラジル	1985	7,216	97	0	45	7,268
	1986	7,320	93	0	171	7,242
	1987	7,619	724	0	170	8,172
	1988	8,114	822	0	-154	9,090
その他	1985	189,273	17,862	10,007	-1,489	198,617
	1986	186,276	15,770	8,004	457	193,583
	1987	185,185	14,893	7,363	1,166	191,552
	1988	191,119	16,411	8,563	1,046	197,921
合 計	1985	361,714	19,335	20,764	-5,198	365,483
	1986	357,373	17,154	17,025	2,734	354,768
	1987	360,279	17,373	16,770	1,527	359,355
	1988	374,409	20,778	19,622	-246	375,811

表8.3.5 我が国のコークス生産量

(単位：千トン)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
溶鉱炉用	43,565	47,273	46,915	42,861	44,235	46,603	45,442	43,428
鋳物用	1,101	1,129	1,091	1,014	894	1,020	1,029	1,098
一般用	3,228	3,325	3,336	2,888	2,822	2,910	2,794	2,812
合計	47,894	51,726	51,342	46,763	47,951	50,534	49,265	47,338

(出所) エネルギー生産・需給統計年報 (通商産業省大臣官房調査統計部編)

表8.3.6 米国のコークス輸入実績

(単位：ショートトン)

輸入先	1986	1987	1988	1989
カナダ	n.a.	n.a.	484,328	206,785
メキシコ	n.a.	n.a.	633	23,693
アルゼンチン	n.a.	n.a.	16,717	--
ベルギー・ルクセンブルク	n.a.	n.a.	108,484	98,283
フランス	n.a.	n.a.	56,385	36,872
イタリア	n.a.	n.a.	125,205	17,415
オランダ	n.a.	n.a.	24,809	17,244
ポーランド	n.a.	n.a.	--	118,656
スイス	n.a.	n.a.	24,234	--
英国	n.a.	n.a.	26,621	56,201
旧西ドイツ	n.a.	n.a.	48,414	469,845
ユーゴスラビア	n.a.	n.a.	94,862	47,847
中国	n.a.	n.a.	22,087	67,054
日本	n.a.	n.a.	1,048,156	687,634
豪州	n.a.	n.a.	607,072	463,851
合計	329,000	922,000	2,688,007	2,311,380

(出所) 米国商務省統計局 [Monthly Report IM145]

高炉用コークスの需要は、最大のユーザーである製鉄業の粗鋼生産量の動向が大きな要因となる。ところが、粗鋼生産量各国の景気に影響されるなど長期予測が難しく、将来見通しを予測したものが見当たらないため、世界の主要国粗鋼生産の実績から将来の粗鋼生産量を推測すれば表8.3.1より、当面は堅調に推移するものと思われる。

表8.3.2、表8.3.3は世界の鉄鉄生産の動向を示している。総量で約5億トンの鉄鉄を生産しており、高炉用コークスはその約50%の2億5000万トン程度の需要が推定される。

世界のコークス消費量は表8.3.4のとおりであるが、コークスのうち高炉用コークスについては細分化したものが見当たらない。このため表8.3.4に占める高炉用コークスの量を既存のデータより推測すれば、ロシアを除いた主要粗鋼生産国（表8.3.1）が主要コークス消費国（表8.3.4）であること、更に、わが国のコークス生産量に占める高炉用コークスの生産比率が90%以上（表8.3.5）であることから、コークス消費国ではコークスの殆どが高炉用コークスとして消費されているものと推測される。

このように、製鉄業の粗鋼生産量が今後とも堅調に推移すると仮定すれば、本件コークス炉の年産100万トン規模は、世界のコークス消費量から見て、受入不可能な量とは思われない。

更に、製鉄業で使用する高炉用コークスは、電気炉でのスクラップ使用の増加や高炉でのPCI（微粉炭吹き込み）の普及、今後開発が期待されている熔融還元技術などにより減少していくと考えられるが、高炉による製鉄法は経済性の面でも将来的にも需要があると云われており、今後各国のコークス産業に対する政策の動向如何ではこんごのコークス需要も堅調と考えられる。

8.3.3 米国・ブラジルのコークス需要

(1)米国

米国のコークス輸入実績は表8.3.6のとおり。

なお、1990年に大気汚染防止法の改正CAA（Clean Air Act Amendment）がなされ、先日、米国EPA（Environmental Protection Agency）は、鉄鋼業界、政府当局、環境保護団体など関係者との間で合意を得たとの情報がある。

このため、一部には、コークス炉への再投資が多額なためコークス炉の閉鎖を懸念しているとの情報もあり、コークス輸入拡大の可能性がある。

なお、今後の米国政府のコークス業界に対する動きに注視していく必要がある。

「合意内容」

次の2つのStandardのいずれかを選択し、その基準を一定期間内に達成することが要求される。

①MACT Standard

現行設備（一部 repair も含む）の範囲において操業上の工夫で最大に達し得る排出物コントロール

（達成期限）1995年12月31日（但し、将来制定が予測される法律での設定基準を2003年には達成する必要がある。）

②LAER Standard

MACT Standardに加えて、現行設備の rebuilding による更に厳しい排出物コントロール

（達成期限）1993年11月15日（猶予期間：2003年まで）

(2)ブラジル

ブラジル国内の鉄鋼業はコークスの代替として木炭を使用しているが、自然保護の規制動向によっては高炉用コークスの需要が増加する可能性がある。

表8.3.3に示すようにブラジルは1988年に2,300万tを超える鉄鉄を生産しているがコークスの消費は400万tであり、相当量のコークス不足が予想される。

なお、ブラジル国内の製鉄用コークスの詳細なデータがなく、今後必要に応じて調査する必要がある。

今回の調査で合意したとおり、ヴェネズエラの本件コークス炉の生産規模100万t/yを上限として考えた場合、ヴェネズエラ国内での消費が一部の輸入代替に限られることから、ほぼ全量が輸出向けと考えられる。

世界のコークス需要を予測することは困難であるが、コークス消費国の米国およびブラジルの状況を考慮すれば、今後コークスの輸出の可能性はあるものと考えられる。

なお、今後本調査にて可能な範囲で更に調査する必要がある。

8.4 高炉コークス需要に影響を与える新技術

高価な高炉要コークスを節約するために各国は下記のような省コークス・無コークス技術を全力を挙げて開発推進している。ヴェネズエラから輸出する高炉用コークスの市場についてはこれらの新技術の発展経過を十分に把握してゆかなければならない。

① 微粉炭吹き込み技術 (Pulverized coal injection : PCI)

微粘結炭を高炉の羽口 (TUYER) から吹き込み、コークスの消費を低減するものである。現在の日本の吹き込み状況を参考資料の1, 2に示す。

100 Kg/t鉄鉄以上に達しているし、設備の設置も進んでいる。各社とも 200 Kgを当面の目標値としている。

② 熔融還元法による鉄鉄製造 (direct iron ore reduction smelting : DIOS)

転炉に似た形状の炉を用いた熔融還元法が各国で開発中である。この方式ではコークスを全く使用しない。

この他、直還元鉄の増加、蓄積鉄鋼の増加に伴うスクラップの使用増などコークスの消費に影響を与える技術は多い。表8.4.1、8.4.2は世界のDR Iの設置状況である。

表 8.4.1 世界における
 高炉還元プラント設置状況

会社 (工場)	方式 (x unit 数)	生産能力 1000(t)	稼働年	会社 (工場)	方式 (x unit 数)	生産能力 1000(t)	稼働年
アルゼンチン				イラク			
Acindar (Villa Constitucion)	Midrex X 1	600	1978	SCISI (Khol Al-Zubair)	Midrex X 1	540	1979
Siderca (Campene)	Midrex X 1	330	1976	SCISI (Khol Al-Zubair)	Midrex X 1	930	1988
ブラジル				イラン			
Acos Finos Piratini (Charqueadas)	SL/RNX 1	60	1973	NISCO (Mobarkeh)	Midrex X 2	1,280	1992
Usiba (Salvador Bahia)	HYL 1 X 1	250	1974	NISCO (Mobarkeh)	(Midrex X 3)	(1,920)	(1993)
ミネソタ				NISCO (Ahwaz)	Purofer X 1	330	—
Mining Corp (Maymyo)	Kinglor Melor X 1	20	1981	NISCO (Ahwaz)	Midrex X 1	1,200	—
Mining Corp (Maymyo)	Kinglor Melor X 1	20	1981	NISCO (Ahwaz)	HYL X 3	1,000	—
カナダ				Asco (Ahwaz)	HYL Ⅲ X 1	1,100	1992
Sidbec-DoSCO (Contereceur)	Midrex X 1	600	1977	リビア			
エジプト				EDISCO (Misurata)	Midrex X 2	1,100	1989
Alexandria National Iron & Steel (El Dikhella)	Midrex X 1	720	1986	マレーシア			
ドイツ (西)				Sabah Gas (Labuan)	Midrex X 1	650	1984
Hamburger Stahlwerke (Hamburg)	Midrex X 1	400	1971	メキシコ			
インド				Hylsa (Monterry)	HYL 1 X 1	105	1957
Ipilata (Joda)	TDR/SLRN	120	1986/90	Hylsa (Pucbla)	HYL 1 X 1	630	1977
Orissa Sponge (Keonjhar)	Accar X 1	150	1983	Hylsa (Monterry)	HYL Ⅲ X 1	250	1979
Sponge Iron India (Paloncha)	SL/RNX 1	30	1980	Hylsa (Monterry)	HYL Ⅲ X 1	500	1983
Sponge Iron India (Paloncha)	SL/TNX 1	30	1981	Tamsa (Veracruz)	HYL 1 X 1	240	1967
Bihar Sponge Iron (Chandil)	SL/RNX 1	150	1988	Sicarisa (Las Truchas)	HYL Ⅲ X 1	1,500	1988
Sunilag (Bhandara)	Codir X 1	150	1989	Sicarisa (Las Truchas)	HYL Ⅲ X 1	1,500	—
Crusim (Bombay)	HYL Ⅲ X 1	750	1992	ニュージーランド			
Essar Gujara (Hazira)	Midrex X 1	880	1990	NZ Steel (Glenbrook)	SLRN/NZ Steel X 4	1,075	1969/85
インドネシア				ナイジェリア			
Krakatau Steel (Cilegon)	HYL 1 X 1	560	1978	Delta Steel (Warri)	Midrex X 2	1,020	1982
Krakatau Steel (Cilegon)	HYL 1 X 1	560	1980	ペルー			
Krakatau Steel (Cilegon)	HYL 1 X 1	560	1982	Siderperu (Chimbole)	SL/RNX 3	120	1980
Krakatau Steel (Cilegon)	HYL 1 X 1	560	1982	カタール			
				Qasco (Umm Said)	Midrex X 1	400	1978

(1992年8月現在)

表 8.4.2 世界における直接還元プラント設置状況(続)
(1992年8月現在)

企 社 (工場)	方 式 (× unit 数)	生産能力 1000(t)	稼働年
サウジアラビア			
Hadeed (Al-Jubail)	Midrex×1	400	1982
Hadeed (Al-Jubail)	Midrex×1	400	1983
Hadeed (Al-Jubail)	Midrex×1	650	1992
南アフリカ			
Davsteel (Transvaal)	DAV×1	30	1985
Highveld (Witbank)	SLRN/Highveld×10	200	1967/79
Highveld (Witbank)	SLRN/Highveld×3	200	1980
Iscor (Dunswart)	Codir×1	120	1972
Iscor (Vanderbijlpark)	SL/RN×4	720	1981
Scaw Metals (Germiston)	DRC×1	80	1983
Scaw Metals (Germiston)	DRC×1	80	1980
トリニダード・トバゴ			
Caribbean Ispat (Point Lisas)	Midrex×1	420	1980
Caribbean Ispat (Point Lisas)	Midrex×1	420	1982
アメリカ			
Georgetown Steel (Georgetown)	Midrex×1	400	1971
ロシア			
OEMK (Kursk)	Midrex×4	1,660	1983/85 86/87
ベネズエラ			
Sidetur (Matanzas)	Fior×1	400	1976
Sidetur (Guarenas)	Midrex×1	600	1991
Sidor (Matanzas)	HYL I×1	360	1976
Sidor (Matanzas)	Midrex×3, Arex×1	1,600	77/79/91
Sidor (Matanzas)	HYL II×3	2,100	1960/81
Minorca-Opco (Puerto Ordaz)	Midrex×1	830	—

出所:「STEEL TIMES INTERNATIONAL」他 計 5,890

8.5 外国企業による スリア州、タチラ州立地のコークス炉建設F/Sについて

ヴェネズエラ国からの調査要請書の中に、スリア州・タチラ州の産炭を使用したコークス炉建設のF/Sをドイツ国のKRUPP-KOPPERS社に発注し、両州共にコークスの製造についてFeasibleであるというレポートを得た旨の記載があった。

- 入手資料10はスリア州の、入手資料-11はタチラ州の当該レポートである。
このレポートによれば、スリア州はグアサレ炭とアドフンタス炭（タチラ産）との混炭を主原料とし、これに出所不詳の炭素源を配合したものでコークス製造がFeasibleであるとしている。タチラ州についてはアドフンタス炭とロバテラ炭との混炭を主原料としこれにスリア州と同様の出所不詳の炭素源を配合して同じくFeasibleであるとしている。

しかしながら、両州のレポート共コークス化性の実炉テストを行っていないことと、高炉用コークスと限定せずにアルミニウム用のコークスも製造するとしている等、不明確な点が多い。コークス化性の実炉テストなしでFeasibleとするのは危険が大きい。

8.6 資源、炭質の確認

高炉用コークスを製造するためには各種の石炭を配合しなければならない。
この各種石炭の埋蔵量、炭質を十分に確認しないとコークス炉の操業継続が不可能である。一応開発計画調査の終了したアドフンタス炭以外の近辺の炭種についても今後十分な調査が必要である。

- 入手資料8はタチラ州の石炭の埋蔵量である。主原料としてのアドフンタス炭は7,000~8,000万tの可採量があるという回答になっている。
- 入手資料9はタチラ州の各種石炭の分析値である。この分析値のみではコークス化性の判断はできない。各種の配合炭の実炉テストが必要である。

試験方法としては次の項目がある。

(元素分析および工業分析)

(粘結性試験 約350~500℃での性状測定)

ルツボ法、グレイキング法などによる膨張性試験

ログ試験、粘結力測定などによる粘結性試験

ギーセラープラストメークによる流動度試験

収縮量、軟化溶融層を測定する軟化溶融試験

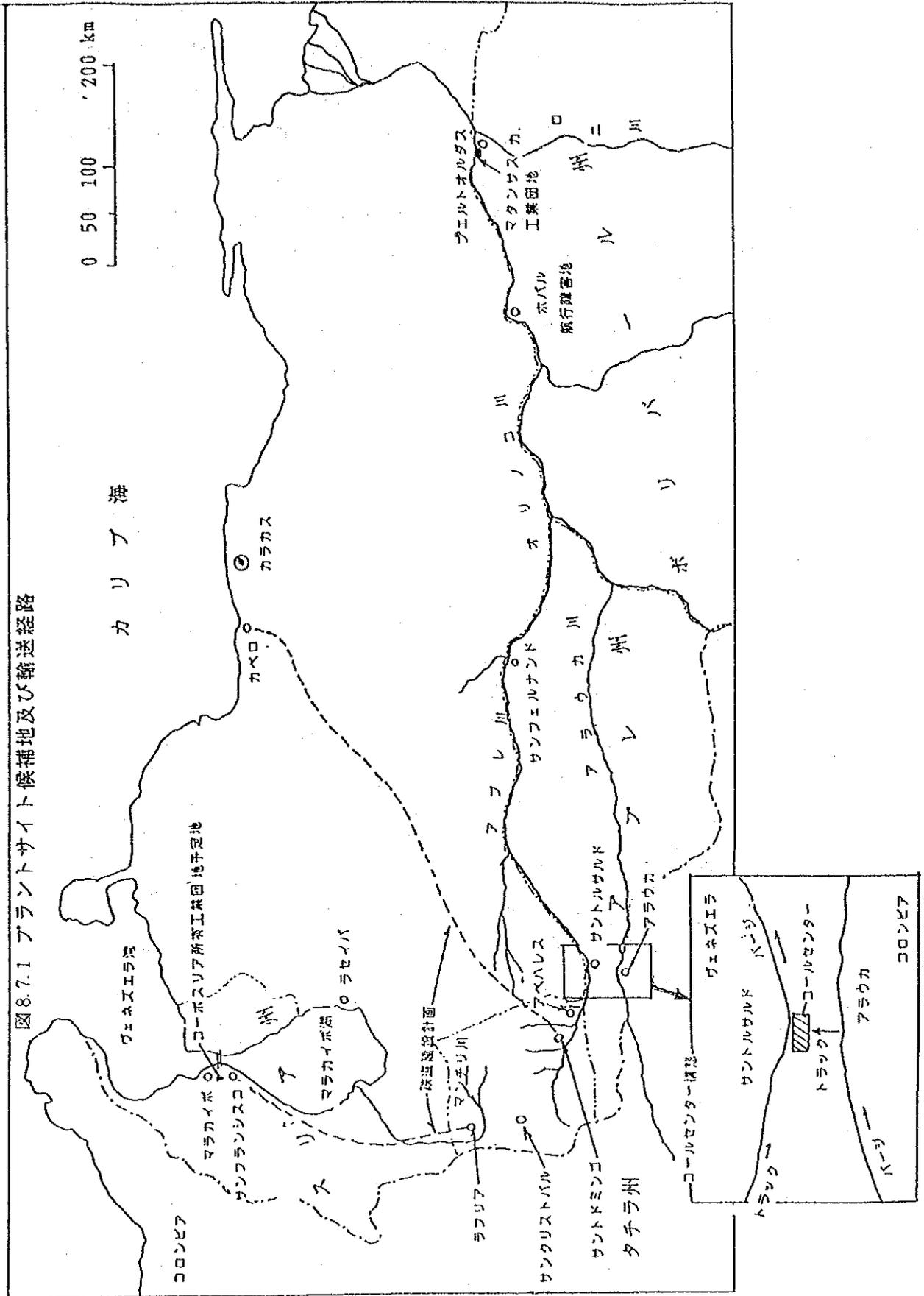
8.7 コークス炉建設サイト候補地

8.7.1 輸送

ヴェネズエラ側はコークス炉建設の候補地としてタチラ州、ボリバール州、スリア州の3州を考えているが具体的な地区については検討しておらず、ヴェネズエラ側は今回の予備調査における調査団の説明と協議を経て、年内に具体的な候補地3カ所を選定し日本側に通知することになった。

今回は候補地となる可能性の高い地区の視察を行ったのでその概要を以下に記す。

図8.7.1 アラントサイト候補地及び輸送経路



(1) タチラ州について

タチラ州の炭田は主としてコロンビア国境地帯に幅広く分布し、州都サンクリストバル市から各都市を結ぶ国道が輸送経路として使用される。道路は片側1車線のアスファルト舗装道路で、ガソリン運搬車、石炭運搬の40トントラック、農園の果樹運搬車、一般の乗用車などが頻繁に往来し、山間の道路は低速の大型車によってしばしば後続車が連なる。

しかし各所で片側2レーン以上の高速自動車道が建設中である。建設場所が分散しているため未だ輸送力は発揮できないが、将来これらの道路が結ばれば輸送力は一段と改善されることが期待される。

舗装の状態については、強い日射によって油分が滲出してタイヤが粘ること、降雨によってスリップ事故が起こり易いなど不満がきかれるが、特には問題は出ていない。

(ラフリア工業団地)

アドフンタス、ロバテラ等の炭田地域から近い距離にある。地形は山岳地帯で道路は峰・峡谷を縫う。ガソリン運搬車、石炭運搬車などの大型車の通行が多い。

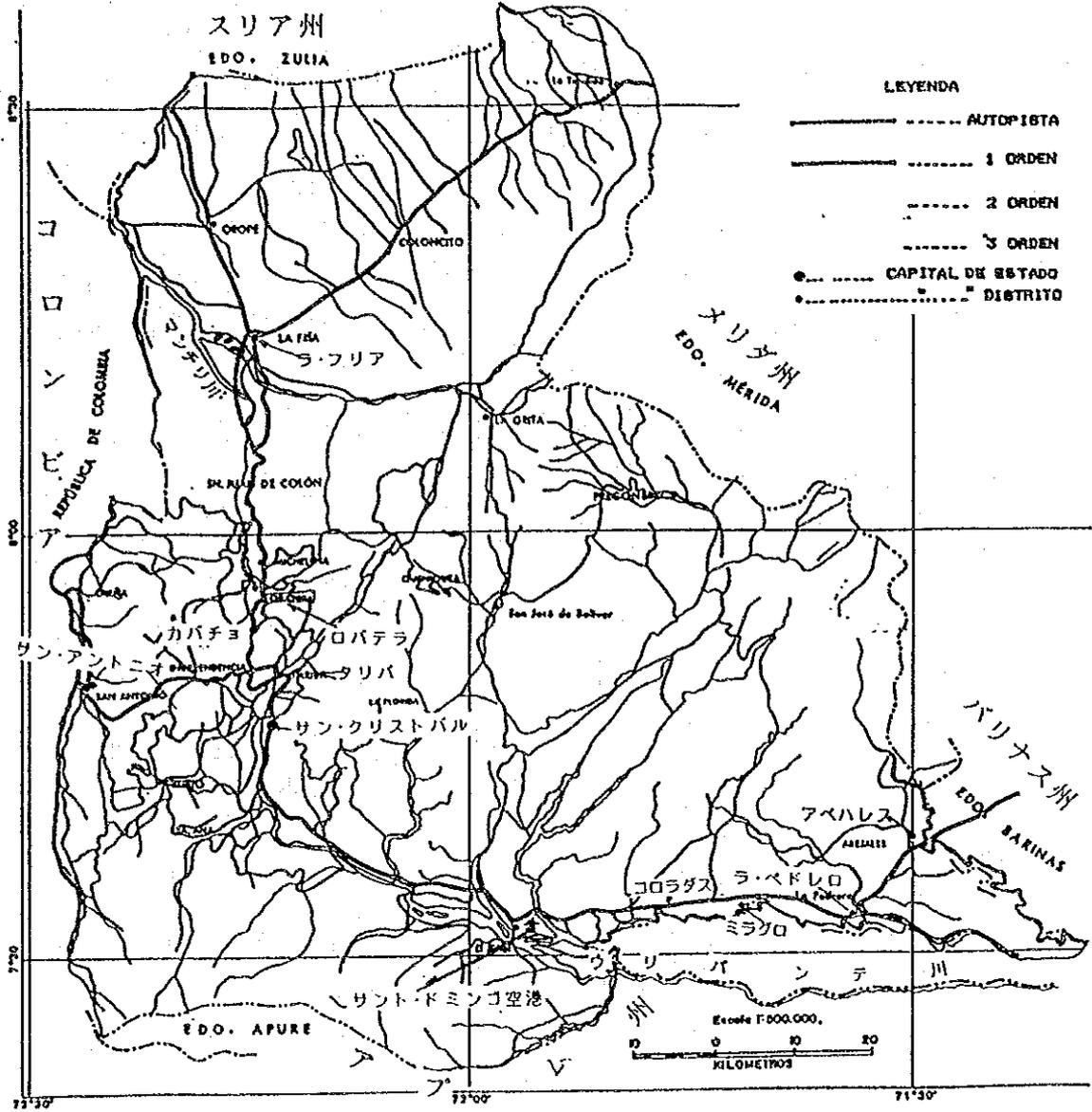
ラフリア工業団地付近から北方は平坦地になり、マラカイボ湖南西部のラセイバ、湖北方のマラカイボ市へは各々1本の国道が延びている。

サン・クリストバル市内からラフリア工業団地までは約60 kmの道程、ラフリア工業団地からマラカイボ市まで約300kmの道程である。

年産100万トンのコークス炉をここに設置すると、約95台/dの石炭車、約80台/dのコークス運搬車が団地を出入りする。現状の交通量が多少増加する程度でとどまれば渋滞の懸念はないように思われる。

ラフリア・マラカイボ間の鉄道建設は未だフィージビリティ調査の段階であり、現状ではコークス輸出港までの最短コースであってもトラック輸送に頼らざるを得ない。

図8.7.2 タチラ州 概要図



当団地にコークス炉を設置した場合、例えばマラカイボまで40トントラックでコークスを搬送すると、片道約7, 8時間を要し、聞き取り調査から判断して輸送コストはトン当たり4 US\$ 以上かかることが想定されるが、正確には今後さらに詳細な調査が必要である。

(コロラダス地区)

南西部石炭公社が推すタチラ州での第2の候補地としてこの地区を調査した。この地区はサントドミンゴ空港から東に広がる平坦地で、タチラ州とバリナス州、アプレ州の境界に近いアベハレス、ミラグロの一带で、低湿地が広がり産業は牧畜業が主体である。

東部への連絡は1本の国道だけで、道路はラフリアと同様、片側1車線である。集落はまばらで工場は牛乳加工工場、コンクリートヒューム管工場、自動車修理工場等が散在する程度である。平地で水の便がよいにも拘らず雇用・労働集約性の産業がないためか人口密度は低い。

交通量は少なく、ガソリン運搬車、石炭運搬トラック、乗用車が主体である。なお同地区の一部は軍の管理下にある。

ロパテラ炭田又は粘結炭で有望視されるアドフンタスから当地へ石炭を輸送する場合、60乃至80kmと比較的近距離であるが、分水嶺の峠越えのため若干の不便はある。

輸送費はマラカイボに比べて半額以下になるものと想像される。

なお、同地区のサントドミンゴからプエルトカベロ（カラカスの西方約180 km）間の鉄道建設計画はあるが、現在はフィージビリティ調査が終わった段階である。

(2) ポリパール州マタンサス工業団地

計画的に開発された工業団地であり団地と周辺の道路は整備されている。河川港湾への道路、市街地道路ともに幅員に余裕がある。

タチラ州との間の鉄道建設が未だフィージビリティ調査の段階であるため、トラック輸送と舟便の併用を考えざるを得ない。

現状は、アプレ川上流が乾季に流水量が減少して航行不能となること、および下流で舟運の障害点があること等のため、河川改良計画が日本の援助（JICA）によって進められている。

従ってまず船積可能な地点までトラックで輸送し、積替えてアプレ川、オリノコ川の舟便で運搬することになる。

タチラ州でコークスを製造し、マタンサス経由で輸出することは有利な輸送手段

とは考えにくく、途中の積替え・荷扱いでコークスが粉化して著しく品質を低下させる虞れがある。

タチラ州・マタンサス間の約1,300 kmの遠距離搬送にはかなりの時間を要するが、積替地点までのトラック輸送が順調であれば1,000 t以上のバージ輸送によつて部分的ながらも効果的な大量輸送が可能になる。

輸送費は途中の積替作業費用が加算されるため、タチラ州炭田開発調査F/S報告によればトン当たり8 US\$以上になるものと想定している。

(3)スリア州マラカイボ地区

今回の調査ではスリア州についてはCorpoZulia（スリア開発公団）から現地の状況を聴取するにとどめた。

マラカイボ湖畔サンフランシスコと対岸のバランカス間に架橋があり、橋桁をくぐって湖に出入りできる貨物船の大きさに限界があるが、約2万t程度なら通航が可能のようである。

マラカイボ市近郊にスリア開発公社が工場予定地を所有しているが、現在は港湾施設は未整備である。製品コークスを当地区で積込むとすれば大型船を選んだほうが効果的で、このため架橋の内側でなく外海に面した場所が望ましい。

しかし大型船の着岸、積卸しのできる港湾設備が発達しておらず、港湾の整備が待たれる。

8.7.2 石炭集積地（コールセンター）

タチラ州にコークス炉を設置した場合、輸送中にコークスが粉化し品質低下をきたすこと等から、でき得れば需要地または輸出基地にコークス炉を設置することが望ましい。

この場合、タチラ州の産炭地からトラック輸送し、途中でバージ輸送に切り換えることになる。

今回はタチラ州とボリパール州の2州の調査にとどまったが、ボリパール州マタンサス工業団地をコークス炉建設候補地と想定して、石炭集積地の設置を検討した。

トラックからバージへの積替えに際しては集積基地が必要であり、これに適した場所としてはアプレ州サントルサルド、アラウカが考えられる。

サントルサルドはタチラ州からのトラック輸送に比較的便利な地点であり、アプレ川に隣接してコールセンターを設置すれば、近くのアラウカ川を利用したコロンビア炭の集積が可能となる。

集積地として貯炭場、積卸設備、洗炭設備、環境保全対策等が必要である。西南部石炭開発公団等の説明では現状は洗炭は行われておらず、コークス炉に装入できる程度の十分な洗炭を行う必要があり、積卸しの機会に洗炭を行ったほうが得策であろう。

洗炭作業に伴って土石等の廃棄物、洗炭排水が発生するため、埋立処分地の確保と排水処理設備が必要になる。この検討を行うに当たっては、立地条件の確認とともに環境への影響予測のため現地調査が必要であろう。

集積地からマタンサス工業団地への舟運についてはアブレ川を利用することになるが、現在、河川改修計画の調査中で、工事の早期実施が待たれる。

コークスの輸出港として立地だけを考えた場合、カリブ海に出るためには、ポリパール州マタンサス地区ではオリノコ河口のデルタ地帯を通過し、東方から迂回するため、スリア州マラカイボのほうが航行距離が短くて済む。しかしマラカイボ地区の現状は港湾設備の能力が不足している。

海上輸送については、現状は船腹が不足した状況にあり、将来プロジェクトが実施されれば円滑な輸送手段を確保する必要が出てくる。

8.8 立地・環境

8.8.1 環境規制基準

環境・天然資源省の環境政策総局が法を立案・施行し、監督・指導、工場立地に係わる環境評価等、環境行政全般を全国に適用している。各州個別の法律はない。ただし特定の州について更に詳細な法が必要とされるとき、環境・天然資源省は当該の州と協議し最終的に環境・天然資源省が法律を制定するとしている。法律は大気、水質から放射性物質まで広範囲に整備されている。

水質の規制値は日本と同程度の厳しさであるが、例えば排水基準値では浮遊物質の基準が1,600 ppm 程度（日本は120ppm）と緩いのは、急速な規制強化を避けるため及び河川水域の自然現象との整合性を考慮した結果であると思われる。。

大気関係の規制値は日本に比べて緩いようである。

しかし、石油産業やポリパール州ガイアナ地域（マタンサス工業団地など）の金属工業等の発展に伴って各種の公害問題が発生している。とくに油田開発と石油工業によってマラカイボ湖の水質汚濁が著しく進行したため、マラカイボ湖とその水系、バレンシア湖などに対して特別排水基準を制定している。

表8.8.1 ヴェネズエラの大気汚染規制値（抜粋）1992・4・27 官報告示

SO ₂	石炭火力発電	2,400 mg/m ³	歴青炭焚
		9,000	リグナイト焚
	石油火力発電	4,500	
	石炭焚炉	2,400	歴青炭焚
		6,000	リグナイト焚
	石油焚炉	5,000	
	石油精製 その他の炉	5,000 3,400	
NO ₂		300 mg/m ³	
固形 ダスト	石炭火力発電	400 mg/m ³	50 MW>
		300	50~200 MW
		200	200MW<
	石油火力発電	250	50 MW>
		175	50~200 MW
		150	200MW<
	焼却炉	350	1t/h>
		250	1~3t/h
		200	3~7t/h
		150	7t/h<
	アーク電気炉	150 mg/m ³	
	平 炉	150	
	石油精製	120	
硫化水素	石油精製	7.5 mg/m ³	
	その他	10	
ばい塵	リンゲルマン濃度で1以下 但し電池，セメントは2以下		

表8.8.2 ヴェネズエラの水質汚濁規制値（抜粋）1992・4・27 官報告示

単位：pH、色度、温度以外は mg/l

	排水路	ワカイ湖と その水系	河川・湖沼 海域
水素イオン濃度(pH)	6~9	6~9	6~9
懸濁物質(SS)	400	50	60
全固形物	1,600		
溶解物		3,000	
生物的酸素要求量(BOD ₅)	250	40	60
化学的酸素要求量(COD)	650	150	600
炭化水素	20	20	20
動植物油	150	30	20
砒素(As)	0.5	0.1	0.5
メチル水銀	不検出	不検出	不検出
水銀(Hg)	0.01	0.01	0.01
カドミウム(Cd)	0.2	0.1	0.2
フェノール	0.5	0.05	2.0
シアン(CN)	0.2	0.1	0.2
6価クロム(Cr ⁶⁺)	0.5	0.1	0.5
鉛(Pb)	0.5	0.5	0.5
有機リン	0.05	0.05	0.25
有機塩素		0.02	0.05
全クロム(T・Cr)	3.0	2.0	2.0
フッ素(F)		0.5	3.0
全アルミニウム(T・Al)	10	1.0	5.0
バリウム(Ba)	10	5.0	5.0
コバルト(Co)	0.5	0.5	0.5
銅(Cu)	1.5	0.5	1.0
洗剤・分散剤	8	2.0	2.0
リン(P)	10	1.0	3.0
鉄(Fe)	25	10	
マンガン(Mn)	10	2.0	
ニッケル(Ni)	2.0	2.0	2.0
窒素(Nとして)	30	10	10
銀(Ag)	0.1	0.1	0.5
セレン(Se)	0.2	0.05	0.2
硫酸イオン(SO ₄)	400		
硫黄(S)	2.0	2.0	2.0
バナジウム(V)	5.0		
亜鉛(Zn)	10	2.0	10
殺虫剤	0.05		
温度 °C	40	30	5** 河水との 温度差
色度(Pt-Co法)		500	500

表 8.8.1に大気、表 8.8.2に水質に関する排出基準値の概要を掲げた。

8.8.2 環境規制の動向

環境政策総局では、工場の建設申請に際して環境予測・評価を厳正に指導していく方針とのことである。各地の重点施策などを聴取することができた。提言の要旨は以下のとおりである。

(タチラ州)

国立公園と自然環境保全地域があり、特に大気汚染防止に留意する必要がある。河川がマラカイボ水系であると、表 8.8.2に該当する排水基準が適用される。

(スリア州マラカイボ湖地域)

油井、石油化学プラントによる大気汚染、水質汚濁の進行が著しい。環境評価は大気、水質ともに重点項目になる。

(カラボボ州バレンシア市)

工業都市であり、バレンシア湖の水質汚濁が進行しているため水質対策に細心の配慮が必要である。

(ポリパール州マタンサス工業団地)

製鉄、アルミ精錬、合金鉄等の金属工業が主体である。大気汚染防止が重点課題で、一部の工場に 1.5年後の工事完成を指定して改善命令を出している。

8.8.3 コークス工場の環境対策

コークス炉の建設については大気・水質・産業廃棄物など全般にわたって十分に配慮する必要があることからヴェネズエラ投資基金および南西部石炭開発公社のに対し以下のような説明を行ったが、本格調査実施時においてもこれらの事項について十分に配慮した計画とすべきである。

- 石炭、コークスヤードの発塵防止対策
防止技術としては散水が一般的。降雨時のヤード排水には沈澱分離などの排水処理を講じること等。
- コークス炉の石炭装入では、装入口からの炭塵発生の防止手段をとること。
同様にコークス押し出し（窯出し）では、コークスの粉塵発生をとること。
集塵技術としてはフード・ダクトを密着して吸引集塵すること。集塵機はサイクロン型、バグフィルター型、電気集塵機がある。
- ガス冷却・化成品プラントからの安水（シアン、フェノール等を含む）を適切に処理すること。処理技術としては活性汚泥処理が一般的である。着色排水の改善が必

要なときは活性炭処理などを行う。余剰汚泥は脱水乾燥、焼却処分して安全に埋立又は投棄すること。このために処分地を確保すべきこと。

- コークス炉ガスは脱硫して使用する。余剰ガスの燃焼放散は避けること。脱硫技術としてはアルカリ薬剤による脱硫設備が広く採用されている。なお、分離回収した硫黄残さの有効利用又は安全処理をたてておくこと。
- 年産100万tのコークス炉のマテリアルバランス及び環境対策設備として、参考のため次の諸元をヴェネズエラ投資基金の担当者に説明した。
 - ・所要石炭：約3,800 t/d (140万t/y)
 - ・石炭ヤードの発塵防止設備：散水設備、降雨時のヤード排水処理設備等
 - ・炉操業での集塵：石炭装入及びコークス窯出における集塵機
場合によってはコークスの乾式冷却 (Coke Dry Quenching)
 - ・コールタール：0.03g/Nm³・COG
 - ・安水：約600 kl/d (石炭トナリ 約160 liter)
安水中のフェノール濃度 約1,500 ppm, シアン濃度 約100 ppm
安水処理は活性汚泥法、微生物による排水処理であり安全のため2系列とするほうがよい。安水受入槽、中和槽、活性汚泥槽、沈澱装置、排水脱色用の活性炭処理装置、余剰活性汚泥の処理設備 (脱水, 焼却等)
 - ・Cガス発生量：1,368,000 Nm³/d (石炭トナリ 約360 Nm³)
 - ・化成品：ベンゼン 6g/Nm³・COG, ナフタリン：0.3g/Nm³・COG
 - ・化成品プラント：タール除去設備、粗軽油回収設備、Cガス脱硫設備、アンモニア回収設備
 - ・脱硫硫黄：約 3t/d (Cガス中の硫化水素 約1,500 ppmと仮定)
硫黄残さの活用、処理処分を検討すること。

コークス炉の環境設備について提出した一覧表については、提出資料 1を参照のこと。

8.8.4 タチラ州の立地・環境

(1)ラフリア工業団地

サントドミンゴ付近から東北に延びるネバタ山塊を水源としたマラカイボ水系に属し、サンクリストバル市から北方へ約60km、山岳地帯から平坦地に降りた地点にある。市からタリバ、炭田のロバテラ、コロソなどの小さい町を通るが集落はまばらである。

周辺の産業は柑橘類、バナナ等の果樹栽培が主体で、団地では工場に依存していると思われる商店、飲食店等がある。工場団地には3階建の従業員住宅も見られる

が集落の規模は約 2,000人程度と推定された。

工業団地は建設して10年以上経過しているが、10社が操業しているにとどまる。工場の内訳は鉄工組立、建築金具製造、プレハブ建築資材、亜鉛メッキ、食品（チーズ）、ビール倉庫、コンクリートヒューム管、アスファルト、ガスタンク、電灯製造など10工場である。（参考資料-7）

団地面積は308ヘクタール、将来は400ヘクタールに拡張の予定である。土地の売価は 160ポリバール/m²（75ポリバール/US\$ として約 2.1US\$ ）、頭金30%、残金は利子12%の24カ月支払となっている。同団地への企業誘致活動はやっておらず、進出工場に対して特には育成・優遇措置はとられていない。

ラフリア団地に近接してマンチリ川が流れている。調査した10月下旬はまだ雨季終りの流水量であったが、流水量は約3m³/sec.（川幅約4m、水深約0.7m、流速約1m/sec.）、団地下流の2河川合流地点で約5m³/sec.であった。更に下流ではコロンビア国境線に沿った河川と合流して水量は増加するが、この程度の水量では冷却水の確保が困難であること、排水基準値に適合しても微量有害成分が自然環境に近づくためには希釈の流水量が少ないこと、及び臭気・着色など活性汚泥排水の影響が残る可能性があること、更に国境河川の水質トラブルの発生などが懸念される。

現状のマンチリ川はpHは中性、濁度は低く比較的透明である。川魚、カニなどが棲息し、住民が洗濯、水浴びに利用している場面が見られた。ガマ、アシに類した水生植物が繁茂し、生態系は良好な環境を保っている。しかし一部の石油貯蔵庫からスラジを放出している現場が確認され、油臭と油膜が下流に影響を及ぼしている。

コークス工場用地としては十分な広さが確保されるとのことであるが、現状ではインフラの整備状況とサポート体制確保などの不便が懸念される。また余剰コークス炉ガスの有効利用先がこの地域に見つからないことも不安材料である。

ラフリアから北方は平坦地で、マラカイボ湖東岸のラセイバ、西岸のマラカイボ、サンフランシスコ方面へは道路が発達している。現在は40トントラックで石炭を運搬しているが、将来サンフランシスコ方面への鉄道建設計画が実現すればラフリアの工業の発展が期待されよう。

(2)コロラダス地区

南西部石炭開発公団が推す別の候補地タチラ州東南部のコロラダス地区（アベハレス、ミラグロ、コロラダス周辺）を調査した。

サントドミンゴから西方の平坦地で、北方と南方山岳地帯の豊富な水源を持つオリノコ水系に属する。ウリバンテ川、アルカドレ川等がサントドミンゴで合流し、東方に流れる。水質は中性であるが茶褐色の粘土質浮遊物を含んで濁っている。

サントドミンゴからミラグロに至る川は低い位置を流れ、流域はかなりの部分が河岸段丘を呈している。流量はラフリア地区のマンチリ川に比べて多いが、下流のアブレ川に至る長距離区間の飲料水の取水、農業用水等への影響については、渇水期の状況を調査しておく必要がある。

なお、同地区では飲料水は地下水を使用している模様である。

産業は牧畜が主体である。州南部の幹線道路に沿って酪農食品工場、コンクリートヒューム管工場などが目立つ程度で、小集落が散在している。

インフラの未整備、サポート体制の得られる工場が全くないこと、余剰Cガスの活用先がない等のため、コークス炉建設の候補地として考えにくい。

上記候補地の調査に先立ち、サンクリストバル北西約20 km、カバチョ地区の石炭化学工場を見学した。年間 約10万tのコークスを製造し、併せて粗軽油、化成品を製造している。

工場は山の斜面を整地して建設され、原料・資材の搬入、製品の輸送ともに不便であろうと推察した。余剰Cガスは燃焼放散し、化成品プラントの安水は石灰で処理して放流しているとのことであった。安水の石灰処理はシアン、フェノールの除去効果がなく改善の余地がある。

余剰Cガスの活用については解決策がなく、安水の活性汚泥処理について若干の説明をした。

8.8.5 ポリバール州マタンサス工業団地

オリノコ川とカロニ川が合流する河岸段丘に計画的に造成された工業団地である。オリノコ川は上流アブレ川からの舟運が可能で、下流に向けて約4万トン級の船舶の航行が可能である。

水は茶褐色で粘土質を含み、塩類など可溶成分があるものと想像されるので、工業用水の取水に際しては浄化方法の検討が必要になろう。

排水による河川水質への影響はタチラ州に比較して軽微であると判断される。工

場用地の確保、インフラ、サポート体制ともにタチラ州に比べて有利であると思われる。余剰Cガスの活用については、既に操業中の各種金属工業があるため解決の可能性はある。

工業団地の一部が大気汚染源になっているため、環境・天然資源省では同団地を大気汚染防止の重点地域に指定しているが、改善命令が実行されれば大気環境はかなり改善されよう。

同団地の南側のカロニ川は急流で、水力発電ダムが随所に建設されている。水質はオノノコ川に比べて清澄で、カロニ川から取水できれば浄水処理の負担は軽減される可能性が大きいと思われる。

8.8.6 スリア州

スリア開発公団から状況を聴取するにとどまったが、その概要は以下の通りである。

(1) マラカイボ地区

マラカイボ湖は油田地帯で急速な油田開発によって湖水の汚濁が進行し、水泳が不可能な状況とのことである。このため環境・天然資源省では沿岸に立地する工場に対して特に厳しい排水基準を制定している。また同地区には保養施設が多数あり、これらとの共存を図る環境対策が要請される。

水質環境規制、対岸への架橋による船舶の制限等を考慮すれば、外海に面した架橋の外側が輸出港としては好位置にあると判断される。ただし港湾として適当か否か、サポート体制、余剰Cガスの活用等、総合的な見地から現地調査が必要である。なお、同州には粘結炭ではないが大規模な炭田があり、タチラ炭との配合使用ができる利点がある。

工場を外海に面した場所を選んだ場合、工場排水は「海・沿岸への放流基準」が適用される。(表8.8.2参照)

(2) ラセイバ地区

マラカイボ湖の南東部に位置する。タチラ州から湖岸まで最も近い距離であるがインフラと港湾設備が未整備のようである。

8.9 ヴェネズエラ国 コークス炉建設計画

事前調査・本格調査時の調査項目

8.9.1 需要調査

- 1) 輸出対象国としての米国の高炉コークス需要 特に1995のCAA施行後の需要
- 2) ブラジル国、その他先進国の高炉コークス需要
- 3) 需要に関連する製鉄技術
(微粉炭吹き込み技術 PCI、熔融還元法 DIOS ・直接還元鉄製造の進展・スクラップ使用の増加・成型コークス製造法の進歩) がコークス需要に及ぼす影響
- 4) ヴェネズエラ国内のコークス需要調査(石炭系及び石油系)

8.9.2 資源関連

- 1) ヴェネズエラ国産の石油コークス、石油ピッチの生産量、品質、価格
- 2) 同上の高炉コークス用原料としての適否
- 3) ヴェネズエラ国内産の石炭埋蔵、生産、炭質、コークス化性の確認
- 4) コロンビア炭の同上及び輸送経路
- 5) オリノコヘビーオイルの性状とコークス化性
- 6) 米国産の粘結炭の性状と輸送経路

8.9.3 輸送関係

- 1) アブレ川の舟運(バージのサイズ、乾期の就航、JOBAL地区の障害度)
- 2) アラウカ川の舟運(コロンビア炭輸送)
- 3) プェルトサントス・ルサルドとアラウカ間の道路事情
- 4) マタンサス工業地帯にコークス炉を建設した場合の積み卸岸壁(独立か既設利用か)
- 5) 水運・陸運業界の経営運営事情(分担地域、輸送力)
- 6) 鉄道、道路計画

8.9.4 プラント関連

- 1) COAL CENTERの設置(原料炭の集積ヤード、洗炭設備、積み卸設備、サイトがクアラ州の場合はこの他に成品コークスの集積ヤード)
サイトはルサルド周辺を考える
- 2) バイプロダクトの受け入れ先の選定

8.9.5 立地・環境

- 1) プェルトサントス ルサルドにコールセンターを設置するときのサイト選定
- 2) 同上後背地の水量、環境条件
- 3) マラカイボ湖近辺にコークス炉を設置することの可能性（立地、港湾施設、特に環境）

8.9.6 技術問題

炭質、コークス化性のテスト段取り（項目、品種、テスト用石炭量、テスト実施の分担）

8.10 コークス工場立地の選択尺度

下記のサイト選択尺度をF I Vに提出した。

- 1) 必要な面積のある工業用地を有すること
- 2) 安定した輸送経路と積み出し港が確保されること
- 3) 国内需要地に近いこと（コークス、パイプロダクト）
- 4) コークス炉ガス（COG）の有効活用が検討できる工業地帯であること
発電、石炭乾燥、装入炭予熱、民生用、直接還元製鉄用の還元ガスなどへの有効利用
- 5) 工業用水の供給が可能なこと
- 6) 居住関連のインフラが整備されていること
- 7) 環境条件が適正に保持できること

8.11 技術的問題点

①COG (coke oven gas) の余剰対策

100万t/y のコークス工場を考えるとコークス製造時にCOGがコークストーン当たり400~500m³発生する。（約5000Kcal/m³）

発生COGの40~50%はコークス乾留用に自家消費するが、残りは余剰となる。

この余剰ガスの用途としては極く一部を石炭乾燥用・装入炭予熱用に消費するか、地元民生用に消費する以外には考え難い。発電用燃料としての利用も考えられるが、豊富な水力・天然ガス・石炭を有するヴェネズエラ国でCOGによる発電は相対的に高価となるし、COGの精製費用の増加ともなる。

② バイプロダクトの処理

石炭乾留により多くの副産物が生産される。それらを精製することによりナフタリン・軽油・クレオソート油・ピッチ・硫酸・硫安・ベンゼン・トルエン・キシレンなどを製造することができる。しかし、コークス炉が山元近辺にある場合にはこれらの精製品の需要がなく、需要地まで遠距離輸送をする必要がある。

また精製を需要地に委ねることにすれば副産物を半成品の状態（粗ナフタリン油・硫黄）で輸送することになり、若干の輸送緩和が有り得るが、一方で副産物による付加価値は減少する。重工業地帯にコークス炉を設置することはバイプロダクトの販売にも有利である。

8.12 コークス製造技術の選択

コークス製造技術は一貫製鉄所において発展してきたもので、日本からプラント技術として海外に提供できるのも現在の日本の製鉄所において完成されたコークス製造技術である。製造技術としては

室式大型コークス炉

現在日本の製鉄所で極めて安定な操業を続けている方式で省エネルギー、環境対策、安全運転、プラント建設実績の全てについて完成された技術である。結論的には本方法をリコメンドする事になろう。

室式超大型コークス炉

ドイツにおいてテスト中と言われるが稼働実績は不明である。炉巾の広さを考えるとコークス品質のパラツキがあるのではないかとの説もある。日本では実績がなく今後も実施の予定も無いので、海外に日本の技術として提供することはない。

成形コークス製造法

原料炭をブリケット状に成形したものを乾留する方式で、日本を始め各国で研究されている。しかし本研究の実用化までにはなお長期間のテストが必要と考えられるので、当分の間、完成された日本の技術として海外に提供することはできない。

9. 調査結果まとめ

- 1) 候補予定地のタチラ州のラフリア工業団地及びコロラダス地区、ポリバール州マタンサス工業団地について調査し、スリア州マラカイボ市地域については聞込調査を行った。
- 2) コークスの需要を調査したが、粘結炭を原料とする高炉用コークスの国内需要はない。ヴェネズエラ関係機関と協議し、本プロジェクトではコークスの全量を輸出用と考えることとして相手方の意向を確認した。また製品コークスの輸出先として考えられる米国、ブラジル等の需要予測については引き続き調査の必要がある。
- 3) 各炭田の可採炭量、炭質、コークス化性等のデータが不足しており、特に各種の原料炭を配合してコークス化性の実炉テストを実施し、コークス製造の可能性を原料炭供給の持続性と品質の両面から検討しておく必要がある。
- 4) コークス炉の設備については、当初先方が提案した年産100万トンの規模は、各国の需要動向からみても過大ではないと考えられる。
- 5) 同国の環境規制法、規制の動向等を調査した。候補の3地区は何れも規制が厳しい。タチラ州の一部は国立公園など環境保全地域に指定されており、ポリバール州マタンサス工業団地、スリア州マラカイボ湖は、ともに規制の重点地域に指定されている。タチラ州のラフリア、コロラダス地区は何れも河川の上流にあって、工場排水による河川水質への影響、生態系の保全に十分な配慮が必要である。
マラカイボ湖では既に水質汚濁が進行し、マラカイボ市北方の沿岸が同地区で有望な候補地となり得るが、立地の可能性を確認するために実地調査が必要である。
タチラ州ではインフラ、従業員確保、操業・補修等の面が懸念される。
ポリバール州マタンサス工業団地は、インフラ、サポート体制ともに比較的得られやすいと考えられる。
- 6) 本プロジェクト計画はコークス工場の単独立地という特殊なケースであり、とくに余剰コークス炉ガスの活用が可否がコスト及び環境対策に大きく影響する。
このため余剰ガスの需要家を確保しておく必要がある。
タチラ州では余剰ガスの需要家確保がむずかしい。スリア州マラカイボ地区についてはこの可能性を調査する必要がある。
- 7) コークスの輸送では積卸しによる粉化で品質低下を起しやすく、船積みにより便利な地点でコークスを製造するほうが得策である。
現時点では、ポリバール州マタンサス工業団地が候補地として有力であると考えられる。タチラ州から運搬された石炭をアプレ州サントルサルドに集積し、アプレ川を利用してマタンサス工業団地へバージ輸送するもので、コールセンターを設置すれば効果的な運送が可能になる。

また、サントルサルドはアラウカ川の舟運で搬送されて来るコロンビア炭の利用ができる地点でもある。この可能性について実態調査をする必要がある。

入手資料のリストと簡単な説明

1. アルミニウム製造の原単位と、電極の原価構成
CVGより入手。アルミニウム製造用のアルミナ・炭素・電極等の原単位のグラフである。
2. アルミニウム製造用の石油コークスの性状
湿分・揮発分・炭素 その他の分析値
3. 同上の特性が更に記載されている。物理性状、粒度など
4. フェロシリコン工場 (CVG-FESILVEN) のコークス消費
コークスは使用していない。
5. ヴェネズエラ国における石炭系コークスの消費予想
タチラ州には旧式のコークス炉 (ビーハイヴ Beehive) が20基もあり、1992年には15万t/yを製造する予定であるという。勿論高炉用コークスの製造は不可能で安価な軟質の一般コークスである。
6. CVGからFIVのパブロ氏へのFax
アルミニウムの製造プロセスが プリベイク法 (Prebake) であるという回答である。
7. SIDORで使用している粉コークス (石油系) の性状
成分・サイズ・消費量に就いて記載している。
8. タチラ州石炭の埋蔵量
可採量と推定量を記載している。アドフンタス炭は7000万トン強。
9. タチラ州産炭の分析値
10. スリア州立地のコークス炉建設計画をKRUPP-KOPPERS社がF/Sを実施。
そのレポートである。グアサレ炭とアドフンタス炭 (タチラ州産) その他の炭素源を使用。大冊のためコピーなし。
11. タチラ州についての同上のK-K社レポートである。ロパテラ炭とアドフンタス炭
その他を使用。大冊のためコピーなし。

事前質問状に対する回答集

1. コークス技術関連の質問に対する回答

1.1 石炭の可採埋蔵量と推定埋蔵量

Table-1 の通り回答を得た。

1.2 産炭地の天然ガス価格

48\$ の回答があったが誤記と考えられる。(高価過ぎる)

1.3 同上電力価格

0.014 US\$/kWh

1.4 ヴェネズエラ国内の耐火煉瓦価格

珪石レンガ 基本的に製造していない

粘土レンガ 1.32 US\$/t

赤レンガ 0.09 US\$/t

2. 産炭地区の地図

地図6枚の提出あり。アドフンクス・ロバテラなどを含む。

3. SIDORの高炉再開計画

今のところ計画はないとのこと。

4. アルミニウム生産について

4.1 Venalum 378,000 t/y

400,000 t/y (1993予定)

4.2 製造プロセス

Prebake法

4.3 アルミニウム製造用の電極の原単位

別紙の入手資料で回答を得た。

5. 輸入コークスの価格

冶金用コークス 120 US\$/t (高炉用ではない)

石油コークス 145 US\$/t

6. ヴェネズエラ国において実施可能な石炭及びコークスの試験項目と実施機関

Table-3 の回答を得た。一通りのテストが可能である。

7. 代表的な粘結炭の分類

Las Adojuetas 高揮発炭

Franja Nor Oriental 中揮発炭

について回答を得た。

8. 賃金レベル

作業員 120US\$ / 月

エンジニア 300US\$ / 月

9. 第8次国家投資計画

回答なし。

10. 成品（コークス）のアルミ・鉄鋼工場地区への想定輸送ルート

アプレ州サントルサルドからアプレ河の舟運でボリパール州プエルトオルダス（マタ
ンサス工業団地）へのルートが回答された。

11. 輸出港について

Puerto La Ceiba, Puerto Cabello, Puerto De San Francisco が挙げられた。

12. 洗炭について

アドフンタス炭についてF/Sが行われた以外はヴェネズエラでは洗炭の実績はない。

13. Las Adojuntas 炭以外のタチラ州炭坑のデータ

別紙入手資料にて回答あり。

提出資料のリストと簡単な説明（工業開発調査課保管）

1. コークス炉とは

コークス炉の機能・構造・レイアウトを説明する資料で、日本語・スペイン語で記載。更に副産物工場のフローシートを英文・スペイン語で提出。全体について詳細に説明し、先方はコークス工場についての理解を深めた。

2. コークス炉建設計画資料

詳細に説明した英文を提供した。計画から建設工程・レイアウト他に亘る詳細な記述がある。ヴェネズエラ国としては直接参考となる資料である。

参考資料のリストと簡単な説明（工業開発調査課保管）

1. 日本の高炉各社のP C I（微粉炭吹き込み pulverized coal injection）の設備一覽表
コークス節約のために日本の高炉各社が実施しているP C Iの動向を示している。
2. 同上P C Iの操業状況
3. コロンビア炭の生産と輸出状況
3-1,3-2,3-3,3-4,3-5 にコロンビア炭の状況を示す。
4. 世界の主要産炭国と生産量
ヴェネズエラは入っていない。
5. 日本の高炉各社の燃料比（コークス比とP C Iを含む）
コークスの消費が年々減少し、P C Iが増加していることが示されている。
6. ヴェネズエラ国の国内総生産（G D P）の詳細
1985～1991までのG D Pが記載されている。
7. タチラ州ラフリア工業団地の規模、参加企業
ラフリア工業団地の規模、操業中の工場リスト、用地費用と支払方法などの概要を記載している。南西部石炭開発公団から入手。
8. タチラ州の地質，地形，道路地図（大図面のためコピーなし）
9. タチラ州サイト候補地の測量地図（南西部石炭開発公団の提供）2分冊
（大図面のためコピーなし）
10. ボリバル州ガイアナ地区マタンサス工業団地概要図（大図面のためコピーなし）
11. ヴェネズエラ国地図（サイトの河川、参考事項）（大図面のためコピーなし）
12. ヴェネズエラ国環境規制（官報）（一部不鮮明のためコピーなし）
大気、水質、廃棄物、放射性物質等の規制に関する公報で、許容排出基準を明記している。（1992年4月27日付官報）

収集資料のリストと簡単な説明（工業開発調査課保管）

1. ガイアナ開発公社 CVG (CORPORACION VENEZOLANA DE GUAJANA)
CVGの発展経緯と機能を三十年史の形で述べたパンフレットである。天然資源の豊富なガイアナ周辺の開発に取り組み、農林水産から電力・鉱工業まで広範に発展させている。
2. シドール鉄鋼公社 SIDOR
(CVG SIDERURGICA DEL ORINOCO)
CVG傘下の一貫製鉄所である。860万坪の広大な敷地を有し、直接還元法による製鉄工程から電気炉製鋼を経て、棒鋼、厚板、シームレスパイプを製造している。粗鋼ベースで480万 t/y の設備がある。
3. シドールの製造工程発展の歴史
(PROCESO HISTORICO)
1957年以来のプロセス発展について述べている。
4. シドールの競争力、収益性、指導力 の強化のための構造組織改革案
5. カルボノルカ電極製造所 (CARBONORCA)
(CVG CARBONES DEL ORINOCO C.A.)
電極（アルミ用）354000 t/yの能力を有する電極の大手専門メーカーである。
6. ヴェナルム VENALUM
(INDUSTRIA VENEZOLANA DE ALUMINIO, C.A.)
ラテンアメリカ最大のアルミメーカーである。280000 t/yの能力を持つ。自ら電極も製造している。
7. ヴェナルム社の業務紹介 (ALUMINIO DE VENEZUELA)
ヴェナルム社の業務紹介である。
8. オブコ社 (OPCO)
(OPERACIONES AL SUR DEL ORINOCO, C.A.)
神戸製鋼所の技術でMIDREX法直還元鉄を製造している。還元鉄はホットブリケット (HOT BRIQUETTE) に加工して内外に販売している。年産800000トン
9. スリア州開発公社
(CORPOZULIA)
タチラ州に隣接するスリア州の開発状況を説明している。

JICA