エジプト・アラブ共和国
ディケーラ直接還元一貫製鉄所
建設計画調査報告書

1979年8月

国際協力事業団

はしがき

日本国政府は，エジプト国政府の要請に基づき，一貫製鉄所プロジェクトに関するフィージビリティ・スタディを国際協力事業団に委託した。

国際協力事業団は，関係官庁と日本鉄鋼連盟の協力のもとに，岸田静夫氏（国際協力事業団，理事）を団長とする１７人の専門家からなるフィージビリティ・スタディ調査団を編成し，昭和54年3月1日から3月18日にわたる18日間，現地調査を実施した。この調査団の目的は，アレキサンドリア近郊のエル・ディケーラにエジプト政府が計画している新製鉄所建設について，その可能性を確認するため，既存の鉄鋼業とその他関連産業を調査することである。

この目的を遂行するために，調査団はエジプト国工業省の指導のもとに設立された特別委員会と，この委員会のスタッフを含む担当者と討議を行なった。さらに調査団は，関係各省，4つの国営製鉄所，国営建設会社からの聴取及び新製鉄所建設予定地であるエル・ディケーラの現地調査をも行なった。帰国後，調査団は各種入手資料を分析し，技術的・経済的な検討を行ない，市場調査，生産プロセス，生産設備，要員，建設費，製造原価，財務分析を含む，草稿報告書を作成し，エジプト政府に提出した。

国際協力事業団は，エジプト側の担当者と中間報告書に関して検討するため，昭和54年6月18日から6月27日にわたる10日間，6人の専門家から構成される草稿報告書報告団を送り，この期間中に両者が合意したメモランダムに基づき，その後草稿報告書を修正，必要事項を付加し，本報告書を作成した。我々は，本報告書がエジプト・アラブ共和国の鉄鋼業の発展と経済に必ず寄与するものと信じている。

最後に，エジプト関係官庁と在日エジプト大使館の皆様方の御厚情と御協力に対し深く感謝の意を表するものである。

昭和54年8月

国際協力事業団総裁

法　眼　晋　作

調　査　団　員

分担（専門分野）	氏名	所属	
		会社名	所属
団長	岸田静夫	国際協力事業団	理事
副団長	鈴木利勝	日本鋼管	鉄鋼技術部 部長
調整	足立芳寛	通商産業省	基礎産業局製鉄課
調整	笠原允文	国際協力事業団	鉱工業計画調査部 工業調査課
生産計画・インフラ	宮脇芳治	日本鋼管	製鉄エンジニアリング部総合計画室 次長
市場調査	山本利秋	日本鋼管	海外開発部 課長
市場調査	白壁正弘	日本鋼管	製鉄エンジニアリング部 営業室
財務・原価	亀岡允	日本鋼管	海外開発部 係長
原料	児玉浩	神戸製鋼所	原料部　資源調査室 課長代理
設備（直接還元）	迫博信	神戸製鋼所	第1エンジニアリング部 課長
設備（製鋼）	桑原博司	日本鋼管	扇島建設監理部 係長
設備（圧延）	岡野昌司	日本鋼管	鉄鋼技術部 課長
土木	米山利治	日本鋼管	扇島土建建設部 課長
建築	杉山一成	日本鋼管	土木建築技術部 係長
電気	大木英彦	日本鋼管	重工設計部　電気計装技術室 室長
ユーティリティ	安藤照正	神戸製鋼所	第1エンジニアリング部 部長
輸送	元林庸治	日本鋼管	輸出部 課長

調　査　日　程

月　日	訪　問　先	内　　容
3月3日	エジプト日本大使館 JICAカイロ事務所 IMC	表敬及び関係者打合せ 打合せ ゼネラルミーティング
3月4日	General Organization For Indurialization (GOFI) Min. of Electricity (MOE) 東京銀行カイロ店 Erection & Industrial Services Co. SPECO Arab Contractors Co. IMC	表敬訪問 表敬訪問 投資法，経理処理関係調査 会社調査 会社調査 会社調査 エジプトカウンターパートとの流通機構に関する打合せ
3月5日	National Planning Institute Min. of Petroleum Min. of Planning Min. of Housing (MOH) Delta Steel Co. Min of Economy and Economic Cooperation (MEEC) IMC	表敬訪問 表敬訪問 表敬訪問 表敬訪問 工場調査 表敬訪問 輸送調査
3月6日	Alexandria Water General Authority Alexandria Min. of Electricity Alexandria Training Center El Dikheila	エルディケイラ製鉄所用の給水計画調査 アレキサンドリア地区の電力概況調査 表敬訪問 製鉄所用地視察
3月7日	Egyptian Coper Works Co. Alexandria Power Station Abu Qir Fertilizing Co.	工場調査 電力調査 工場調査
3月10日	Egyptian Refractory Co. Steel Structure Plant Co. (STEELCO) Egyptian Iron and Steel Co. (Helwan)	工場調査 工場調査 工場調査

月　日	訪　問　先	内　　容
3月11日	National Metals Co. IMC MOE Distribution Bureau MEEC 五洋建設カイロ支店 IMC	工場調査 エジプトカウンターパートとの土建に関する打合せ 電力調査 丸棒の流通機構調査 税務に関する調査 エジプトの建設事情調査 エジプトカウンターパートとの輸送に関する打合せ
3月12日	Distribution Bureau MOH 鹿島建設の大塚製薬工場建設現場 IMC	丸棒の輸入と流通調査 丸棒の需要に関する調査 エジプトに於る資材調達，現地コントラクターの能力調査 エジプトカウンターパートとの輸送に関する打合せ
3月13日	IMC Cairo Western Power Plant GOFI	エジプトカウンターパートとの港湾計画に関する調査 操業調査 電力規格調査
3月14日	Youssef Nabih & Co. Distribution Bureau MOE MOH Nasr Phosphate Co.	税制，会計法調査 Delta Steelの拡張計画，流通機構調査 電力調査 土建コスト調査 螢石について調査
3月15日	IMC	全体調査打合せ
3月16日	IMC	覚書作成

報　告　団　員

氏　　名	所　　属	
	会　社　名	所　　属
鈴　木　利　勝	日　本　鋼　管	鉄鋼技術部　部長
福　林　憲　男	国際協力事業団	鉱工業計画調査部工業調査課
宮　脇　芳　治	日　本　鋼　管	製鉄エンジニアリング部総合計画室　次長
山　本　利　秋	日　本　鋼　管	海外開発部　課長
追　　博　信	神　戸　製　鋼　所	第1エンジニアリング部　課長
大　木　英　彦	日　本　鋼　管	重工設計部電気計装技術室　室長

報　告　日　程

月　日	訪　問　先	内　　容
6月19日	エジプト日本大使館 ＪＩＣＡカイロ事務所	表敬訪問及び打合せ 報告に関する打合せ
6月20日	ＩＭＣ	草稿報告書の質疑応答
6月21日	ＩＭＣ	同　上
6月22日	ＩＭＣ Ministry of Electricity Steel Structure Co.	同　上 電力事情調査 現地製作能力調査
6月24日	ＩＭＣ	草稿報告書の質疑応答
6月25日	ＩＭＣ	覚書作成

EGYPTIAN COUNTERPART

President SC

Eng. ABDEL KAMAL	-	Presidnet of IMC

Member

Mr. HAMID HABIB	-	Deputy of Min. of Ind.
Mr. I. SHARKAS	-	Deputy Chairman of GOFI
Eng. M. KHATTAB	-	Chairman of Copper Works
Dr. SAMIR TAHER	-	Leader of SC Technical Group
Dr. ABDEL FATAH YOUNIS	-	Steelmaking Expert
Eng. M. BEKTACH	-	Planning Director
Eng. MOSTAFA K. MANSOUR	-	Steel Structure Expert
Mr. A. ATEF	-	Accountant & Financial Manager
Eng. SHAFIK HAKIM	-	Expert for Plant Facilities

Staff

Mr. HASSAN TAHA	-	Estimation Director
Eng. L. SADDIK	-	Director of Helwan Constructions
Eng. A. EL BITAR	-	Responsible of Dikheila Port
Eng. S. MOUMTAZ	-	Civil Eng.
Eng. ZUHIR M.	-	Mechanical Eng.
Mr. S. ABU SHUSHA	-	Economist
Mr. G. HAFEZ	-	Economist
Eng. M. HELMY	-	Electrical Eng.
Eng. MOUNIR FAHMY	-	Erector Mech. Equip.
Mr. M. SAMIR	-	Economics

目　　次

第1章 緒　言

1.1　本報告書は，エジプト国のスペシャルコミッティと国際協力事業団フィージビリティスタディ調査団との間で合意された昭和54年3月16日付覚書および昭和54年6月25日付覚書（付録－3参照）に基き作成されたものである。

エジプト政府は同国一貫製鉄所プロジェクトの推進業務を同国スペシャルコミッティに委託し，一方日本政府は，国際協力事業団フィージビリティスタディ調査団を編成し，同プロジェクトのフィージビリティスタディを実施した。

エジプト政府の計画は，アレキサンドリア近郊のエルディケイラに直接還元製鉄 — 電気炉法による年産723,000 tのBar and Rod Millを建設・操業することであるが，本プロジェクトの技術的，経済的可能性を評価するために，詳細な調査を行ない，下記の如き検討を基に財務分析および各種要因の変動に対する感度分析を実施した。

— エジプトにおける鋼材（特にBar and Rod）の市場調査

— エルディケイラの製鉄所用地の状況

— 経済的かつ効率の良い設備とその建設計画

— 建設費用の予測

— 製造原価の予測

— 会社組織，要員，訓練および技術援助計画

以上の財務分析および技術的評価の結果，本プロジェクトは企業化可能と信ずるものである。

エジプト政府が本プロジェクトの実施に関する最終的な決定をするにあたり，本報告が役立つことを期待する。

第2章　要　　約

2.1　市 場 調 査

エジプトにおける鋼材消費は年々急速に増大しており，現在の約１２０万ｔから，２０００年には，1,０００万ｔ近くの水準に達するものと予想される。現在の１人当り粗鋼消費は約３８kgであるが，２０００年には，１８７kgに達する。

現在，Ｂａｒ　ａｎｄ　Ｒｏｄは全鋼材消費の約半分，６３万ｔを占めており，最も重要な品種であるが，国内供給は，２４万ｔ程度なので，年間約４０万ｔの輸入を余儀なくされている。

１９８３年から，１０年間のＢａｒ　ａｎｄ　Ｒｏｄの需要見通しはＴａｂｌｅ　2.１－１に示すとおりである。

Ｔａｂｌｅ　2.１－１　Ｂａｒ　ａｎｄ　Ｒｏｄ需要見通し

（単位：1,000ｔ）

	1983	'85	'87	'89	'92
Ｂａｒ ａｎｄ Ｒｏｄ 需　要	920	1,105	1,322	1,574	2,034

需要が年率9.３％という高い伸び率で増大することが予想されるため，需給ギャップは急速に拡大し，今後も当分の間輸入は急速に増大すると予想される。

従って，本プロジェクトの実現は，国民経済にとって鉄鋼業の発展，技術移転，国内資源の有効活用，雇用の拡大等の効果に加えて，輸入代替による外貨節約に大きな効果が期待される。

本プロジェクトにおける輸出の可能性については，本プロジェクトが国際競争力を有するものとなるという前提に立てば，周辺アラブ諸国への輸出可能性は十分ある。

2.2 生 産 計 画

2.2.1 生産計画とプロダクションフロー

本プロジェクトは，Direct Reduction — Electric Arc Furnace Route を採用し，Bar and Rod 製品を年間723,000t生産する計画で検討を行った。

稼動開始后のプロジェクト・イヤー別生産計画をTable 2.2－1，目標生産量に達した后のプロダクションフローをFig 2.2－1に示す。

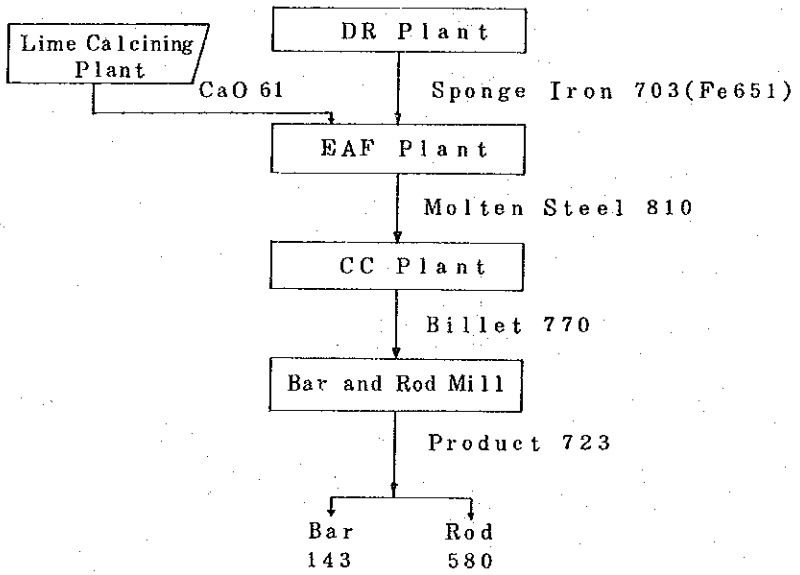
Table 2.2－1　　生 産 計 画

（単位：1,000t）

年	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度
スポンジアイアン	336.78	685.39	712.96	712.96
ビ レ ッ ト	375.00	731.10	770.00	770.00
Bar and Rod	231.20	600.85	723.00	723.00

Fig 2.2－1　　プロダクションフロー

（単位：1,000t）



2.2.2 立上り生産計画

製鋼工場を，DRプラント及びBar and Rod Millよりも3ケ月先行させて稼動する計画とした。製鋼工場はDRプラントが稼動開始するまでは，全量スクラップ装入とする。操業体制は

a. DRプラントは稼動開始時から3 shift／4 crew操業を行う。

b. 製鋼工場は稼動開始から3ケ月1 shift，次の3ケ月は2 shift，7ケ月目から

3 shift／4 crew稼動とした。

c. Bar and Rod millは，稼動開始から2ケ月1 shift，次の2ケ月は2 shift，5ケ月目から3 shift／4 crew稼動とした。

d. 2年度までは，圧延能力よりも製鋼能力が大きく，第1年度110,000t／y，第2年度74,000t／y 計184,000tのビレット販売が発生する。

2.2.3 拡張計画

Special Committeeから要請された2倍の能力の拡張計画及び，JICA F／Sチームとして検討した代替拡張計画（1,200,000t／y）を，需要予測，投資効果，原料購入状況，工場敷地条件等について比較検討を行った。

その結果として本プロジェクトの将来拡張計画は，1,200,000t溶鋼／yを推奨する。

2.3　原料調達の検討

生産計画にもとづき所要原料の調達の検討を行った。ソースの選定に際しては次の点に留意した。

国内調達可能な原料については，これを全面的に採用した。また輸入原料についてはエルディケイラ プラントサイトの位置を十分考慮に入れたが，主要原料については調達に際してのリスクの軽減を図る意味から，ソースの分散を基本的な考え方として盛り込んだ。

なお，エジプト国内はもちろんその周辺地域に各種の原料生産の計画があり，その中には本プロジェクト用として調達可能な品目もあるが，不確定要素が多く今回の検討から除外した。

以下に検討内容の概要を記す。

2.3.1　鉄　鉱　石

直接還元プロセスに適合する品質を備えた銘柄として，ペレット2銘柄，塊鉱3銘柄を選定，さらに海上運賃の要素を加味して本スタディでは，ペレットとしてはCVRD，LKABを，塊鉱としてはハマスレーを採用した。海上運賃の算定に際してはエジプト側の要請にもとづき，鉱油兼用船および鉱撒油兼用船の検討を行い，船型は100,000～160,000 DWTクラスを基本にした。

2.3.2　スクラップ

ソースとしては種々考えられるが，最も供給力のある米国を主力に，オーストラリア，中近東を副次的に考えた。輸送については，20,000～25,000 DWTクラスの一般貨物船をベースにしたが，調達コストに大きく影響する荷揚げ効率は2,000 t/dayを前提にした。当然のことながら専用バースおよび関連付帯設備が必要である。一方価格レベルをどのように判断するかは極めてむつかしいが，最近の米国東海岸積実績値をベースにした。

2.3.3　フェロマンガン

全量輸入を前提で検討したが，フェロマンガンはヨーロッパにかなりの供給力があり，調達は可能である。しかしながら価格は，需給に大きく左右されるので価格，量とも安定的に調達するためにはソースの分散，さらにその一部については長期契約を結ぶことが必要である。

2.3.4　螢　　石

国内産で所要量の一部をまかなうことは可能と思われるが品質，安定供給の面で若干不安があり本スタディでは全量，地中海沿岸の国からの輸入を前提で検討した。

2. 3. 5　国内調達原料

エジプト国内で調達する原料としてフェロシリコン，石灰石，アルミニウム，コークブリーズがある。これらは現在生産されているものであり，調達についてはその品質を含めて問題なしと判断した。なお価格については国内流通価格を採用した。

2. 3. 6　電　　極

本プロジェクトで採用するＵＨＰ２０の需給はタイトであるが，調達は可能である。しかしその価格は，１年前に比べ非常に高騰している。本スタディにおいては，調達業務を円滑に行うため日本品８０％，欧米品２０％の購入比率とした。

なお，価格および需給については表5. 5 － 1 ，5. 5 － 2 に示した。

2.4 設備概要

2.4.1 立地条件

製鉄所の建設予定地は，アレキサンドリア市の西方約15 kmに位置するエルディケイラ地区である。エルディケイラは地中海とMaryut湖の間に細長く横たわる場所で，製鉄所の建設用地として優れた条件を具備している。すなわち，

1) ディケイラ湾に建設される港から，原料をスムーズに受け入れることが可能である。
2) 主燃料である天然ガスの産地Abu Qirに近い。
3) 十分な工業用水が確保できる。
4) 土質が良好であり，かつ無地震地帯に属しているので，重量構造物の建設が容易である。
5) 気候が温和で居住環境が良好である。
6) アレキサンドリアに近く，労働力の確保が容易であり，製鉄所として専用の居住施設を建設する必要がない。
7) 周辺の道路，鉄道，港湾などの施設を有効に活用することができる。

これらのなかで，ディケイラ地区が製鉄所のサイトとしての優位性を決定づけるものは，臨海立地にあるといえる。

サイトは石灰石が露出し山脈状を呈しており，長期間にわたる無秩序な石灰石の採掘により起伏が激しい。

製鉄所の地盤高はアクセスを考慮して，M.S.L＋7.0 mに計画した。この場合建設工事に先立って大規模な土地造成工事が必要となるが，その際発生する土砂は，関連して実施される他の工事，例えば，防波堤，原料ヤードなどの工事に使用する様に計画することが望ましい。

地層を構成する石灰石は，高い圧縮強度を有しており，重量構造物の支持地盤として十分期待できるが，一部に存在する，あまり固結化の進んでいない土，あるいは，石灰石の採掘屑によって埋戻された土に対しては，何らかの対策を講ずる必要がある。

サイトの位置図，周辺アクセス計画図，および詳細な気象データについては，6.1を参照されたい。

2.4.2 製鉄所配置図

当プロジェクトの敷地は，計画中のアレキサンドリア新港及び原料ヤードに隣接した南

北５００m，東西約2,２００mである。

この敷地と周囲の地盤高，及び道路鉄道等のアクセスを考慮に入れて，最終粗鋼が1,２００,０００t／yと，1,６００,０００t／yの２つのケースの製鉄所配置図を作成した。（ＤＷＧ№６－０２－０１，ＤＷＧ№６－０２－０２）。

一般に製鉄所のレイアウトを考える場合，原料の入荷から製品の出荷までのハンドリングコストを最小に出来るように考える必要がある。

この観点から，工場の配置を東西に一直線に並べるとともに，製鋼工場とBar and Rod millを専用の電動台車で直結した効率的な配置とした。

配置の観点から1,２００,０００t／yの粗鋼生産の工場が，ＳｔａｇｅⅠ，Ⅱを通して，スムースな物流となり，ＳｔａｇｅⅡへの移行も最小の投資で実施可能であるので最も良い案と考える。

これに対し，1,６００,０００t／yの粗鋼生産の場合は製鋼工場及びBar and Rod mill の最適生産量を確保するための効率的な物流管理が困難である。更に輸送コスト，土地造成費，Stage Ⅱへの移行時の投資額の上昇等の問題があり総合的に見て効率的でないと判断する。

2.4.3 直接還元プラント

2.4.3.1 プロセスの選択

現在世界的に天然ガスを使用するＤＲ法として販売されている種々の機種の中で，商業ベースに乗っており最も多く採用されているのはMidrexとHyLである。

この両者について比較検討を行い，本プロジェクトに採用するＤＲプロセスはMidrexが最も望ましいとの結論とした。MidrexとＨＹＬとの比較は以下の如くである。

a. 成品スポンジアイアンの品質

Midrexプロセスは，金属化率も高く，炭素含有量も調整出来るため，製鋼用原料として見た場合に有利である。

b. 使用原料

Midrexの方が巾広いオキサイドペレットが使用可能であり，且つ塊鉱石も使用可能である。

c. 総エネルギー使用量もMidrexの方が少い。

2.4.3.2 設　備

プラントの能力は，公称６００,０００t／y，増稼動で１１７％の増生産を行うものとし

て，生産量目標は703,000t／y として計画した。使用する天然ガス中の硫黄分が若干高いためストレットフォードタイプの脱硫設備の設置を計画した。

計画諸元は，以下の通りである。

a．生　産　量　　703,000t／y

（公称能力）　　（600,000t／y）

スポンジアイアンの中のFe分　　92.7%

金属化率（公称）　　93　%

（範囲　92～95　%）

炭素含有量（公称）　　1.5%

（範囲　0.8～2.7%）

b．稼　動　率　　312.5day／y

（予想最高稼動率 333.3day／y）

2.4.4　製鋼工場（含連続鋳造設備）

2.4.4.1　電気炉及び連鋳の能力

電気炉の能力（t／heat）は，次工程の連鋳設備との関連を考慮しなければならない。本計画は作業性に重点を置き，最も作業が容易に進められる設備として，下記能力を選んだ。

電気炉　　70t／heat×4炉

連　鋳　　4ストランド×3基

2.4.4.2　操業前提

a．電　気　炉

年間生産量　　810,000t／y

稼　動　率　　300day／y

日間出鋼回数　　9.64heats／day

溶鋼歩留　　93%

b．連続鋳造

年間生産量　　770,000t／y

稼　動　率　　330day／y

日間処理量　　12.9heat／day

ビルット歩留　　95.0%

2.4.4.3　作業フロー

直接還元プラントの成品ホッパーから送られてくるスポンジアイアンは連続的に，スクラップヤードからのスクラップはバケットによって，それぞれ電気炉に装入される。電気炉から出鋼される溶鋼は，炉下に準備した取鍋に受け，クレーンで吊り上げられて，連鋳の取鍋旋回装置にセットされ，連鋳での注入を行う。連鋳で作られたビレットは一旦連鋳下流に設置されたビレット冷却床に仮置し，次工程のBar and Rod millへ温ビレット又は冷ビレットとして，台車によって搬送される。

2.4.4.5　電気炉の特徴

エジプトの耐火物事情を考慮し，今回計画された電気炉は，耐火物の使用を最小にするために炉壁の水冷率約60%，天井は約70%とした。

2.4.5　石灰焼成工場

電気炉で使用する61,000t／yの生石灰を製造するためにシャフト炉型の石灰焼成設備を計画した。炉の容量は180t／dayとした。

計画の諸元は次の通りである。

年間生産量	61,000t／y
稼動率	330day／y
成品歩留	45%
日間生産量	150～220t／day

2.4.6　Bar and Rod mill

2.4.6.1　基本計画

当工場の生産能力は，Stage Ⅰで723,000t／y（製品）であり，最新の設備としてもかなり高い水準である。設備は，建設費を最少とするために，140t／h加熱炉，粗圧延機列，中間圧延機列を共通にしたCombination millで，仕上圧延機として，Bar line1系列，Rod line 2系列を有する。また将来の出鋼1,200,000t／yの場合には加熱炉～中間圧延機1系列，及びBar line 1系列を追加する事によって，Separate millに変更し対処できる様考慮した。

2.4.6.2　生産計画

市場調査で推定した寸法別生産量をもとに，寸法別の圧延能率を算出し設備の平均能力及び稼動体制を検討するとともに，立上り時の圧延計画を作成した。

寸法別の圧延能率は表6.7－4，年次別平均圧延能率は表6.7－5に示した。

また立上り時の圧延計画は表6.7－7に示した。

2.4.6.3　追加検討事項

(1)　生産性の低いプロダクトミックス，即ち小径サイズに集中したサイズ構成の圧延能力の検討を行った。その構成での圧延能力は当初計画に対して約10％の減少となる。

(2)　Combination millに対し，代替案としてSeparate millの検討を行った。生産能力は向上し，3 shift/3 crewの勤務体制で当初計画の生産量は達成できるが，設備費は約40％の増となる。

2.4.7　電　　力

2.4.7.1　電力特性

当プロジェクトはDRプラント，電気炉，連続鋳造を中心とするミニミルプラントである為，高炉式の一貫プラントの電力使用量である粗鋼トン当り300～400KWHと比較して，電気炉だけで約1,000KWHと格段に大きくなる。

stage Iにおける必要電力は

全工場電力消費量	850,000MWH/Y
最　大　電　力	150,000KW
最　大　容　量	180,000KVA

となる。

さらに，電気炉は70t 4基であり，従来の国内の最大実績25t電気炉では問題とならなかったフリッカーの発生に対し，十分な検討と補償装置の設定を考慮しなければならない。また停電による設備の損傷を防止する為に非常電源装置が必要である。

当プロジェクトの電力は，非常電源系を除けば全てEEA（Egyptian Electricity Authority）から供給される。しかしながら当プロジェクトに必要な電力量はエジプト国内の既存製鉄プラントと比較して，最大規模のレベルである。

またフリッカーの問題に関しても電源側の容量によって，必要な補償装置の設備費が左右される。よって，当プロジェクトを可能とする為の関連インフラストラクチャーの一環として，具体策の検討を強力に進められる事を望みたい。

2.4.7.2　電源条件

エジプト国内の現状の電源状況を調査した結果，発電能力の余裕がすくなく，当プロジェクトに必要な電力が非常に大きいため，既設の発電出力のみに依存して，供給の保証を受ける事は困難である。従って，現在E.E.Aにおいてアレキサンドリア地区に計画が進められているKAFRELDAWAR 110MW×3基，Abu Qir 150MW×4基の発電

設備が当プロジェクトに先行して稼動することが必須である。

一方送電系統については，当製鉄所の南西側にエルディケイラ変電所の建設計画が還元鉄プラント計画に基づいて進められている。本変電所は，AMERIA変電所並びにAbu Qir発電所から220KV 2回線で受電する予定となっている。

この変電所の受電系統はエジプトの主要な系統と結ばれており最適なものである。

また発電所と同様に，この送電系統の建設が当プロジェクトの稼動に先行して完成することを望みたい。但しエルディケイラ変電所内部の計画については当プロジェクトの受電方法との関連で，従来の計画を一部修正する必要がある。

エルディケイラ変電所から当プロジェクトへの送電方法については，EEAにおいて検討し，結論を出す予定となっている。従ってここではJICA案として次の様に提案する。変電所からの当プロジェクトへの受電方法は，プロジェクトに必要な最大電力及びフリッカー補償対策面で検討した結果，220KV 2回線のケーブルによって，行われることを望みたい。尚ケーブル容量については各線とも，最大180MVAを満足するものとしたい。なお，現在計画中の66KV並びに11KVの活用方法としては，当プロジェクトの周辺設備及び建設工事用仮設電源として有効である。

2.4.7.3　工場内電気設備

上記の電力特性及び電源条件をもとに，フリッカー補償設備，受配電設備，通信設備，照明設備，工事用仮設電源設備，非常電源設備を計画し，主な仕様を設定した。

2.4.8　酸素製造工場

当プロジェクトに必要な酸素使用量は，380Nm3/h（平均），窒素使用量は400Nm3/h（平均）であり主として，酸素は製鋼工場，窒素はD.Rプラントで消費する。よって，酸素，窒素ともに400Nm3/hの能力を持つ設備を計画した。

2.4.9　ユーティリティ設備

製鉄所で使用する水は全てAlexandria Water Authorityより支給される。

この水の水質は表6.10.－1に示すとおりであり飲用水としても十分使用できるものである。本管より1系統の配管で支給された水は製鉄所内で，工業用水及び飲料水の2系統に分離する。工業用水は主として諸設備における機器の冷却用水として使用される。その計画平均使用量は725㎥/hである。

工業用水設備は大略，受水貯水設備，間接冷却水設備，直接冷却水設備より構成されその主な機能は次の通りである。

受水，貯水設備……硬度が７５ppm以下となるよう調整を行ったのち，6,０００㎥の容量を持つ水槽に貯水する。

間接冷却水設備……ＰＨ調整，濁質物の除去および温度調節を行い，各設備に冷却水として送水し循環使用する。

直接冷却水設備……冷却塔による温度調節，使用後のスケール・油分の除去，急速濾過装置による濁質物の除去等を行い，直接冷却水として循環使用する。

高架水槽（ヘッドタンク）設備……非常時用送水設備（容量７０㎥）

飲料用水は生活用水として使用されるが，その計画使用量は２０㎥／hである。

飲料用水は受水後滅菌消毒されたのち，ヘッドタンクに送水され，各所に自然流下により送水する。

プラント内で発生する汚水のうち雨水は自然浸透により処理し，生活排水は下水処理したのち構外に放流する。処理後の汚水の水質は6.10－２に示す通りである。

2.4.9.2　天然ガス設備

製鉄所で使用する天然ガスの必要量は４3,1３0Nm3／hであり，これに対し４5,０００Nm3／hの能力を有する設備を計画した。

天然ガスはエルディケイラの北東約４５㎞に位置するAbu Qirのガス田よりパイプラインにより供給される。バッテリーリミットの供給圧力は９～１１kg／㎠である。供給されたガスはフィルターによりガス中の粉塵を除去し，７kg／㎠の圧力で各設備に送られる。なお，ＤＲプラントで使用するガスについては，H2Ｓ分が体積比率で１ppm以下となるよう脱硫処理を行うものとする。

2.4.9.3　圧縮空気設備

製鉄所内の圧縮空気使用量は5,６７0Nm3／hであり，これに対し，3,０００Nm3／hの能力を有す圧縮機を３基設置し，２基稼動，１基整備の体制とする。圧縮空気は主として，製鋼工場およびBar and Rod millでのエアシリンダ作動用として使用される。なおこの他にＤＲプラントで使用する圧縮空気のための設備は，同プラントにパッケージ化されている。

2.4.10　構内輸送設備

製鉄所が生産活動を行うためには，膨大な物量のハンドリングおよび輸送が必要となる。これらの主なものは，

(1) 入荷後の原料・資材の保管，ハンドリング

(2) 成品，半成品の構内運搬

(3) 発生廃残物の処理運搬

でありその量は総計で１５０万ｔ／ｙに達する。

ハンドリング及び輸送を必要とするもの，品名，扱量，作業場所，および作業内容について分析を行い，品目毎のハンドリング及び輸送に必要な機器，車輌，道路，鉄道等を計画した。

2.4.11 保全工場設備

2.4.11.1 保全システム

当製鉄所は，集中保全システムを採用し，機械，電気及び計装保全は，３Shift 体制を取り，故障，事故の発生に常に直応出来る計画とした。

a. 計画的な予防保全を全面的に採用する。

b. 各プラントに専属の点検チームを配置して，検査結果から修理サイクルを決定する。

c. 修理データを統計的に処理し，故障件数の減少と予備品を圧縮させるために設備調整係を設置した。

2.4.11.2 保全工場

修理用品の約３０％を内作可能な保全工場を製鉄所内に設置する計画とした。

保全工場は，下記の設備を計画した。

a. 機械工場

b. 組立工場

c. 製鑵工場

d. 電気修理工場

e. 計器修理工場

f. 車輌工場

2.4.12 分析および検査設備

2.4.12.1 分　析

電気炉を中心として，スポンジアイアン，原料の分析を行う目的で螢光Ｘ線分析計を始めとし，炭素，硫黄分析計，及び各種ガス分析装置を計画した。

分析室と製鋼工場間は，分析時間を短縮するために，気送管でサンプルを搬送出来るようにした。

2.4.12.2　検　　査

成品の品質を保証するために，検査設備を計画した。

設置する設備リストは，Fig 6.13－3に示す。

2.4.13　倉庫および出荷設備

Bar and Rodの製品の出荷に関して，エジプトの現状を調査した結果，製品の受渡し条件は当工場の倉庫で客先配置の車への積込とし，大部分はトラック又はトレーラーによる出荷とした。但し鉄道出荷も可能となる様配慮した。

また製品倉庫は，圧延スケジュールがサイズ別で，出荷は需要家，出荷ロット別の為，工場付属の倉庫に製造能力の5日分，出荷倉庫に16日分，合計で21日分の能力とした。

但し，倉庫能力を製造の21日分とする為には工場稼動までにエジプト国内の製品流通機構について，見直し改善が行わなければならない。

以上の前提をもとに，出荷倉庫の必要面積，クレーンの能力，必要台数等を検討し計画した。

2.5 プロジェクト遂行計画

本プロジェクトの建設工程は，ベーシックエンジニアリングの開始から操業開始まで50ケ月である。

一般に製鉄所を建設する場合，ＤＲプラントの稼動時期に合わせ他の設備の稼動体制を整えるのが通常であるが，本プロジェクトでは製鋼工場を先行稼動させる体制を立案した。

この理由は主として次による。

1) 製鋼工場では作業員の習熟度により生産量が左右されるため，作業員のトレーニングを強化する必要がある。

2) エジプト国におけるビレットの需給バランスが非常にタイトであるため，製鋼工場を先行させビレットを生産することは意義がある。

表7.1－1に主要設備の建設工程を示した。

本プロジェクトの実施に際しては周辺の諸関連施設，水，電力，ガス，港湾，道路，鉄道等がスムーズに且つタイムリーに完成し，供用されなければならない。

これらの具体的な時期，必要量等については7.2に詳しく述べてある。またエジプト国内で調達が可能な建設資材，労力等が安定かつ十分量確保されなければならないことは当然である。

なお参考として建設工程が1年遅れた場合の工程表を表7.3－1に示した。

2.6 会社組織，要員，訓練および技術援助計画

2.6.1 組　織

本プロジェクトは，単一製鉄所で生産成品も丸棒のみである。しかも販売もMinistry of housingの統制下で行うため，本社組織は最小とし，且つ製鉄所内におくことを前提とした。ただし，外部向け業務連絡のためカイロに連絡事務所を設置することとした。

提案する組織はTable 2.6－1に示す。

2.6.2 要　員

本社及び製鉄所要員をTable 2.6－2に示す。

3 shiftを行う職場は，4 crew要員で計画した。

2.6.3 訓練計画

訓練計画には

1) 建設段階におけるメーカー等が提出する操業及び運転基準書による訓練

2) 海外派遣による訓練

3) 稼動開始後の操業指導による訓練

がある。

"海外派遣による訓練"は，言語，習慣上の問題及び受入側の会社自身が営業生産を行っているため，訓練とは言っても実質的には見学が中心となり，作業員の訓練には，費用の割に効果が低いので，本訓練は，会社の各部門の管理職以上を対象に実施する。作業員の訓練は，会社自身の製鉄所で，適当な外国の製鉄会社からの技術援助を受け，建設中の無負荷運転試験から操業が安定するまでの期間行うことを推奨する。

2.6.4 技術援助計画に関する提案

本プロジェクトで計画されている設備，機器は，現時点に於ける世界最高水準のものであり，且つ立上り計画も高水準のものである。

これら計画を円滑に達成するためには，経験豊かで強力なスタッフを有する外国の製鉄会社から技術技能のみならず，会社運営全般に関する技術援助を受けることを提案する。

我々の提案する技術援助計画は，以下の如くである。

1) 期　間　　稼動開始前　1年半

2) 技術援助要員

要員＼年	−2	−1	1	2	3	4	5	6
要　員	15	70	140	131	93	89	53	42

Table 2.6-1

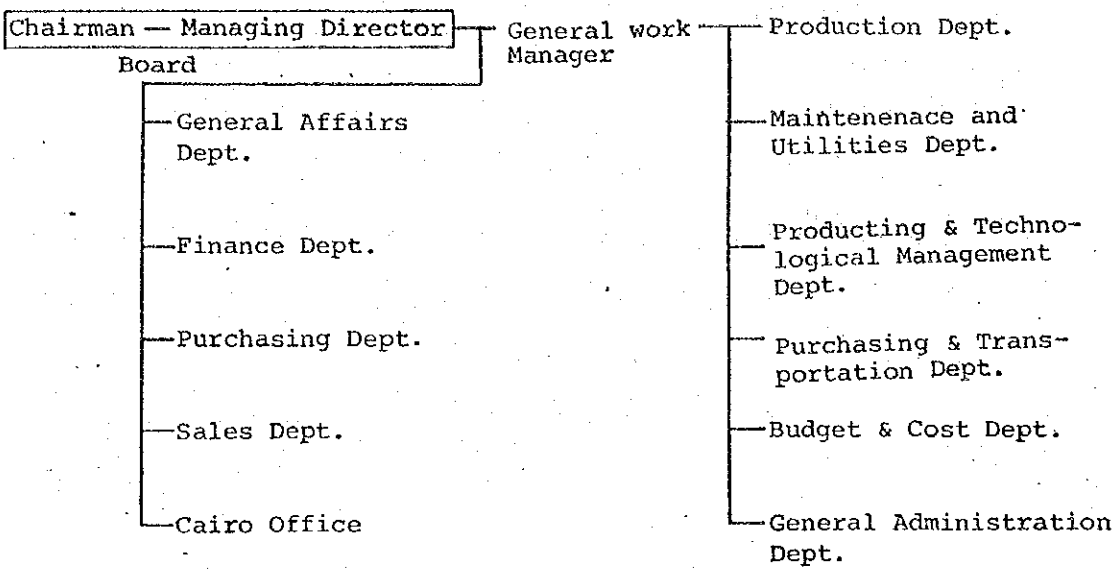


Table 2.6-2

	Head Office	Works	Total
Manager	4	6	10
Superintendent	7	19	26
Ass't Superintendent	7	47	54
Engineer		73	73
Office Staff	18	135	153
Worker		1,485	1,485
Total	36	1,765	1,801

2.7 建設費の予測

建設費の予測は，１９７９年３月現在の国際価格水準を基として，物価変動を考慮しないケースと，物価変動を考慮した２ケースについて算出した。

建設費の算出は，下記前提を置いた。

a. 購入機器：輸入

b. 現地工事：国内

c. 工事用材料：セメント，鉄骨等主要材料は輸入，砂利，砂，赤レンガ等は国内調達できるものとした。

d. 関税：輸入する機器，材料は，すべて免税とした。

e. 予備品：耐火物等の消耗品を除き，約１年分の予算を計上した。

f. 物価変動指数：１９７９年６月２５日付メモランダムで提示された下記指数を採用した。

	'79年	'80年	'81年以降
国際価格水準	7%	7%	7%
エジプト国内水準	15%	12%	9%

以上の前提で算出した建設費用は，以下の通りである。

（単位 1,000US$）

	物価変動なし	物価変動あり
外貨	438,689	534,515
国内通貨	99,458	137,505
計	538,147	672,020

2.8　製造原価の予測

製造原価の算出は，

○ 1979年3月現在の物価水準に基く予測

○ 1979年3月現在の物価水準を基として，インフレーションおよび原材料輸入の関税を考慮した予測

○ 上記に対し原材料の輸入関税を免除した場合の予測

を行ない，計算の手法は工程別総合原価計算方式を採用した。工程区分は，石灰焼成，直接還元炉，電気炉，連続鋳造，Bar and Rod を製造部門とし，他に補助部門および工場管理部門を設けた。

これにより，製鋼工場の稼動開始を第1年次とした計算結果を表2.8－1に示す。

第1年次の低操業から生産量の増大に伴って製造原価は低減し，さらに第3年目からは，原料として塊鉱石を30％配合することによりさらに低減し，第4年目以降は変動要因が無く安定した製造原価となる。

表2.8－1　製造原価の予測

（単位：US $／t）

計算基準 ＼ 年次 ＼ 成品	1979年3月の物価水準を基準				インフレーションを考慮した場合							
					輸入関税・課税				輸入関税・免税			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
スポンジアイアン	96.6	94.1	89.8	88.9	147.3	143.8	137.0	135.7	138.6	135.1	129.0	127.9
溶鋼	191.3	181.0	179.1	178.6	289.9	275.5	272.5	271.5	274.3	260.2	257.5	256.8
ビレット	211.8	197.4	195.2	194.6	319.3	299.0	295.5	294.7	303.6	283.6	280.4	279.7
Bar and Rod	254.4	226.0	221.6	221.0	379.9	340.0	333.5	332.6	364.3	324.6	318.4	317.6

2.9 財務分析

財務分析の方法は，インフレーションを考慮しないケース（基本ケース）と，稼動開始の年までの間インフレーションを考慮したケース（エスカレーションケース）とについて，プロジェクトの採算性，投資資金効率を検討した。

「基本ケース」では，原材料に対する輸入関税を課さないものとして検討した。損益は，初年度６８百万ドルの赤字が，フル生産体制となる３年目にはほ収支均衡の状態となり，第４年次１３百万ドルの黒字，第８年次で４８百万ドルの黒字となり，その後は，徐々に黒字の巾が増加する。ディスカウンテド・キャッシュフロー法（ＤＣＦ法）による投資効率分析では，ＤＣＦレートのＲＯＥ（Internal rate of return on equity）が１2.4９％，ＲＯＩ（Internal rate of return on investiment）が9.21％となり，必ずしも十分な割引率は得られていない。

「エスカレーションケース」では，原材料の輸入関税を課した場合と免除した場合とを検討した。

関税課税の場合は，採算性が非常に悪く，第４年次でも１4.5百万ドルの赤字が残り，損益が黒字に転ずるのは稼動開始後６年目となる。もし，全く配当を行わなかった場合でも，累積赤字が消えるのは稼動開始後１３年目となっている。ＤＣＦレートは，ＲＯＥ6.1２％，ＲＯＩ5.7０％となり，ＲＯＩの5.7０％は長期借入金の加重平均金利7.９％をも下廻っており，このケースは全くインフィージブルであることを示している。

関税が免除される場合は，課税される場合に比べて約１５US $／tの原価低減となり，損益が黒字に転ずる時期も第４年次となる。仮に配当を全く行わなかった場合の累積赤字が解消する時期は第１０年目となる。ＲＯＥは9.4６％，ＲＯＩは7.５３％となり，関税課税のケースに比べ，かなり好転しているものの，このケース自体としてはフィージブルとは言い難い。

本プロジェクトが財務的に充分実現可能である為には，ＲＯＥ１５％，ＲＯＩ１０％以上であることが望ましい。これを確保する為の販売価格，原価の両面について検討した。

各ケースについて，前述の条件（ＲＯＥ１５％，ＲＯＩ１０％以上）を確保する販売価格，及び，その価格の妥当性については，

a) 「基本ケース」では，現在の販売価格３５０ US $／t に対し，３６２ US $／t になれば，この条件を満足し，且つ，この価格水準は過去の推移から判断し，充分実現可能な価格である。（第３章　図3.5－１参照）

b) 「エスカレーションケース：関税課税」の場合は，現在の４６８US $／t に対し，５１８ $／t でなければならない。これは，現前提としている年率６％の価格上昇に対し8.2％の上昇となるものである。

c) 「エスカレーションケース：関税免除」の場合は，502US$／tの販売価格となることが必要で，これは，年率7.5％の価格上昇に相当する。

これらb)，c)の年率8.2％，7.5％の価格上昇はa)と同様，過去のBar and Rodの価格推移から判断し，充分あり得るものと考えられる。

販売価格の上昇に対応し，原価計算上の前提条件を見直すことによっても，前述の条件を満足することができる。コントロール可能な条件としては，天然ガス，電力，水の価格，土地のリース代，原材料輸入関税免除及び，法人税の免除時間の延長（5年から8年へ）等の方法が考えられるが，ここでは次の2点について検討した。

本F/Sで使用した天然ガスの価格は非常に高い水準に設定されている（10.1.12参照）が，これを1979年3月現在のインセンティブレートに置き換えると，「エスカレーションケース」で，製品トン当りに占める天然ガスのコストは46US$／tから11US$／tへと35US$／t安くなる。

また，原材料の輸入関税が免除されるならば，これによって製品トン当り15US$安くなる。（10.2.3参照）

従って，この両者を重畳すると50US$／tの原価低減となり，販売価格の上昇率を当初計画通り6％としてもROE15.22％，ROI10.79％が確保できる。またこの条件を「基本ケース」に当てはめるとROEは17.19％，ROIは11.63％となる。

本プロジェクトの実現性を検討するに当り，前述の如く，販売価格の6％以上の上昇も充分可能ではあるが，JICAとしては，本プロジェクトの目的が，民生用の建設資材をできるだけ安価に提供することにあることを考えるとき，安易に販売価格の上昇に期待するよりも，天然ガス価格，原材料の輸入関税免除の如き政策的措置により，本プロジェクトを安定的に実現可能とすることが良策と考える。

この観点から，「基本ケース」「エスカレーションケース」について，天然ガスをインセンティブレート，原材料の輸入関税を免除としたケースを「JICAが推奨するケース」として，財務分析の結果を表11－39～11－48に付け加えた。

第３章　市場調査

3.1　エジプト鉄鋼業の展望

１９７９年１月ＵＮＩＤＯは，エジプト鉄鋼業の将来に関するマスタープランのスタディを実施した。このレポートは，エジプト鉄鋼業全体の２０００年までの発展の姿を展望したもので，条鋼類，鋼板類，鋼管類等のあらゆる基本的鉄鋼製品の将来における需要の伸びを検討する一方，それに対処すべき製造設備の拡張計画の基本的方向，及び具体的実施計画を示したものである。

ＵＮＩＤＯレポートによると２０００年までのエジプトの鋼材消費及び１人当り粗鋼消費水準は以下の通りである。

第3.1－1表　エジプト鉄鋼業の将来

	鋼材消費 (1,000t)	粗鋼１人当り消費 (kg)
１９８３	2,１００	６１
１９８７	3,１００	８０
１９９１	4,４５０	１０７
１９９５	6,３００	１３８
２０００	9,５６０	１８７

この見通しは，ＧＤＰ平均成長率８％という,かなり強気の予測を基準にしているが，それでも２０００年における１人当り粗鋼消費水準１８７kgは，１９７５年における香港（１３８），イラク（１８１），イスラエル（２２１），ガボン（２０８），アルゼンチン（１７２）ベネズエラ（１９６）等の中進国のレベルにやっと肩を並べる程度になるに過ぎない。先進工業国の水準は５００kg～６００kg／人であるから，エジプトが先進工業国の水準に達するためには，２０００年を越えてなお発展し続ける必要があるのであり，従って２０００年までの発展は，その初期段階と見做さなければならない。

現在エジプトは年間約１００万トン余の鋼材を消費しているが，その６割以上は輸入に依存している。これは外貨の流出を意味すると共に，巨大な工業化の潜在性があることも意味する。しかもこの消費は，急速に増大しているのであり，これに追いつくように国内供給力を増大せしめることは単に輸入代替による外貨の節約のみならず，工業の発展，雇用機会の増大により国民経済にとって多大の利益をもたらすものと言えよう。

第3.1－2表は将来の鋼材消費を品種別に展開したものである。Bar＆Rodの占める比重は，現在の約50％から次第に減少して行く傾向にあるとはいえ，1991年においても約40％を占める最重要品種である。現在の国内Bar＆Rod供給力はわずか250千トン弱であり，需要の半分以上は輸入に依存せざるを得ぬ状況にある。このために流出する外貨はおおよそ90百万US$以上（63百万LE）にのぼると見込まれる。

（300,000×300US$＝90百万US$）

第3.1－2表　品種別の需要予測（UNIDO）

（1,000t）

	1983	1987	1991
Bar&Rod	950 (45.2)	1,310 (42.2)	1,750 (39.2)%
Section	420	630	890
Plate	190	300	470
Hot Rolled Coil	540	860	1,340
Total	2,100	3,100	4,450

（）内はBar＆Rodのシェアー

Bar＆Rodの用途は主として建築用である。Atkins Report（Atkins Final Report p.18 Table 1.6）によるとBar＆Rodの用途は,ほとんど100％建設用である。この建設用途の内訳が，建築用と土木用にどのように分かれているかは明らかでないが，日本における実態等から類推すれば，8割以上は建築用であるとみられる。

住宅は食糧とともに国民生活の基礎であるから，エジプト政府は，これまでも住宅建設の基礎資料たるセメント，Bar＆Rodの供給を価格，量の両面において安定せしめるための種々の対策を構じて来ているが，HadiSolbを含む国内既存ミルの供給力の増大があまり期待出来ないこと，及び需要自体が急速に伸びつつあることのため需給ギャップは急速に拡大しつつある。

このギャップを急速に埋めることは緊急の必要事であり，そのため本プロジェクトはエジプト政府に数多くのプロジェクトの中で第1の優先順位を与えられている。

UNIDO reportにおいても同じ観点から，まずBar＆Rodの供給力を増大せしめることに重点をおき，新規設備計画として，DR－EFルートによるBar＆Rod専用工場の建設を提案している。

Bar＆Rod以外の製品としては，次に重要なものは薄板類である。Atkins report

によると，薄板類の現在の主な用途はファブリケーションと機械電機産業である。将来，自動車産業が発展して来れば，その分野での消費の増大が予測される。

厚板の現在の用途は，ファブリケーションと建設であるが，将来造船業が発展してくれればこの方面での需要の増加が考えられる。

Ｂａｒ＆Ｒｏｄ以外の条鋼類の用途は，ファブリケーション，輸送，機械産業，建設等である。建設における大型形鋼の使用は未だほとんどおこなわれていない。Ｂａｒ＆Ｒｏｄ以外のこれらの品目は，現在，全鋼材需要の約半分を占めるが，将来は漸次その比率を高め１９９０年代のはじめには，約６０％を占めることとなろう。これらの製品はHadisolbにおいて製造されているが，将来は新ミルによる供給増大が必要となる。各品種別の将来の需給バランスはUNIDOマスタープランより引用した第3.１－３表を参照されたい。

Table 3.1-3 Supply-Demand Balance

(1,000 tons)

	'83					'87					'91				
	E	N	S	D	S-D	E	N	S	D	S-D	E	N	S	D	S-D
Bar & rod	395	544	939	950	Δ11	375	1,270	1,645	1,310	335	375	1,480	1,855	1,750	105
Section	420	-	420	420	0	425	300	725	630	95	425	490	915	890	25
Cold forming	40					40					40				
H.R.C.	700	-	700	540	160	700	1,134	1,834	860	974	700	1,908	2,608	1,340	1,268
Plate	72	-	72	190	Δ118	72	-	72	300	Δ226	72	350	422	470	Δ48
C.R.C	260	-	260	432	Δ172	260	558	818	688	130	260	937	1,197	1,072	125
Tin	-	-	-	73	Δ73	-	150	150	116	34	-	250	250	180	70
G.I.S	-	-	-			-		79	79	0	-		158	158	0
(Pipes)															
Butt weld	100	-	100			100					100				
ERW	20	-	20			20	120	140			20	192	212		
UOE	-	-	-			-					-	120	120		
Spiral	30	-	30			30					30				

E = Existing capacity N = New capacity S = Supply

D = Demand S-D = Balance

(UNIDO Report)

3.2　現有設備とその能力

3.2.1　Bar & Rodの現有設備能力

既存ミルにおけるBar & Rodの現在及び将来における設備能力は，第3.2－1表に示す通りである。Copper Worksにおける設備能力は電炉の新設，酸素プラント新設，圧延ミルの改造等により1985年には100,000t／Yに拡大するものと想定した。

Delta Steelの生産能力は不変と想定した。HadisolbにおけるBar & Rod生産はlight　Sectionミルにおいて可能であるが，このミルは主としてライトセクションを生産するものとし，Bar & Rodの生産はノミナルな量であろうと想定した。

約14社のプライベート・セクターのre－rollerの生産能力は，約20,000tといわれるが，re－roll材の供給，製品の販路等における制約のため，実際の生産は5,000t／Y程度であり，将来も精々10,000t程度の生産に止まるものと想定した。

3.2.2　既存ミルにおける生産の状況及び稼動率

既存ミルにおける過去の生産実績は，第3.2－2表に示す通りである。1976年以前においては生産水準は22万tに達することはなかったが，'77，'78年には一挙に，24万t台に達した。過去5年における平均稼動率は，約62%，'77，'78両年の平均稼動率は68%であった。以上の実績から今後の稼動率は若干の改善を見込んで70%と想定した。

3.2.3　既存ミルにおける将来の生産量

既存ミルにおける将来の生産量は以上の前提から計算すると，第3.2－3表のようになる。

第3.2－3表　1992年までの既存ミルの生産量

(1,000 MT)

1983	84	85	86	87	88	89	90	91	92
250	260	270	270	270	270	270	270	270	270

3.2.4　既存ミルのサイズ及び品種構成，製品の形状

'77，'78年の生産実績におけるサイズ構成は，第3.2－4表に示す通りである。過去からのサイズ構成の推移をみるため1972－1976年の平均サイズ構成と'77，'78年の平均サイズを比較すると，8㎜，10㎜サイズの減少，13㎜サイズ及び32㎜以上サイズの増加が認められる。public sector各社におけるヒアリングでは，8，10㎜サイズから13㎜サイズへのこのような移行は，生産を高能率サイズへ集中することにより，生産量の向上を図るためにとられた措置の結果である。従って今後の既存ミルにおけるサイズ構

成は'77，'78年の平均値を用いることとした。

品種については第3.2－2表の生産実績についてみると'77，'78年の平均は，18％が52kgもの，83％が37kgものとなっている。過去5ケ年の平均は，52kg17.6％，17kg82％で，大きな変化は認ゆられない。52kgものは全てdeformed（rib）barであり，37kgは全てplain barである。10㎜以下のサイズについてはコイルも多く流通している。（新規ミルからの13㎜ものについては製品のサイズは全て直棒で出荷される前提とすることがメモランダムにおいて確認されている。）今後の傾向としてはハンドリングの容易さ，巻もどし機の普及によりコイルの使用が次第に増加するものと思われる。

3.3 輸入と消費の状況

3.3.1 輸入実績

1968年から78年までのBar＆Rod輸入実績は第3.3－1表に示す通りである。

輸入Bar＆Rodはサイズは19㎜以下，37kgものに限られているが需要の増大に伴って量的には，急速に伸びてきている。特に'76年以降の伸びが著しい。サイズ的には，6㎜，8㎜の比率が約半分を占めるに至っている。これは前に述べた国内パブリックセクターミルが生産能率向上のため，生産を太いサイズへシフトしたことに対応するものである。この表でみる限り'77，'78年の輸入量は急激に減少しているが，これはかなり脱漏があるものとみられる。近年，Distribution Bureauを通さぬ輸入が増加しており，それがこの統計に含まれていないことが一つの原因と推定され，又，日本からの無償供与（'78年34千トン）も含まれていない可能性がある。これらの脱漏が加えられるならば，'77,'78年共に'76年に比してかなり大巾に上昇しているものと推定される。1977年，1978年の推定国内総消費量507千t，564千tから国内生産量を差し引くことにより推定される両年の輸入量は263千t，317千tである。

Table 3.2-1 Rated Production Capacities for Rebar at Existing Mills (Tons/year)

	Up to 1983	1984	1985-1992
National metal	215,000	215,000	200,000
Delta Steel Mill	70,000	70,000	70,000
Copper Works	70,000	85,000	100,000
Hadisolb	—	—	5,000
Private sector mills	5,000	5,000	10,000
Total	360,000	375,000	385,000

Table 3.2-2 Local Production of R.C. Bars

(ton)

Year	Steel 37 kg										Sub-total	Steel 52 kg							Sub-total	Total
	6	8	10	13	16	19	22	25	28	32/38		13	16	19	22	25	28	32/38		
1967/68	2,700	15,800	39,600	63,000	27,900	16,400	8,600	11,200	-	-	185,200	1,100	3,200	2,800	3,100	11,600	-	-	21,800	207,000
1968/69	3,600	18,600	67,000	53,900	20,200	17,500	8,900	12,100	-	-	201,800	900	1,600	3,100	100	7,500	-	-	13,200	215,000
1970	-	16,600	36,500	40,900	21,000	23,800	4,100	8,400	-	-	151,300	7,500	10,600	15,100	9,700	8,500	-	-	51,400	202,700
1971	-	20,100	28,000	24,800	22,600	23,000	7,000	12,700	-	-	138,200	6,700	12,500	13,100	11,800	18,200	1,500	-	63,800	202,000
1972	-	22,300	19,600	44,800	22,900	21,400	10,100	10,700	200	300	152,300	6,300	15,700	16,300	10,400	7,500	7,600	-	63,800	216,100
1973	-	23,000	31,000	36,000	49,000	15,000	5,000	8,000	-	1,000	168,000	7,000	11,000	9,000	5,000	18,000	-	1,000	51,000	219,000
1974	-	21,000	28,000	40,000	43,000	27,000	8,000	7,000	1,000	1,000	176,000	10,000	9,000	7,000	6,000	7,000	1,000	1,000	41,000	217,000
1975	-	19,000	30,000	30,000	38,000	29,000	6,000	12,000	2,000	2,000	168,000	3,000	6,000	10,000	6,000	10,000	1,000	3,000	39,000	207,000
1976	-	18,000	24,000	37,000	37,000	29,000	16,000	21,000	-	-	182,000	4,000	3,000	4,000	5,000	10,000	1,000	2,000	29,000	211,000
1977	-	16,000	11,000	55,000	58,000	26,000	15,000	19,000	1,000	1,000	202,000	3,000	7,000	7,000	7,000	12,000	3,000	3,000	42,000	244,000
1978	-	6,000	25,000	64,000	30,000	38,000	19,000	15,000	1,000	2,000	20,000	3,000	6,000	8,000	9,000	10,000	3,000	8,000	47,000	247,000

(Source: SC)

Table 3.2-4 Size Structure of Existing Mills-
Bar & Rod

Ton

	6m/m	8	10	13	16	19	22	25	28	32∿	Total
1977	-	16,000 (6.6)	11,000 (4.5)	58,000 (23.9)	65,000 (26.6)	33,000 (13.5)	22,000 (9.0)	31,000 (12.7)	4,000 (1.6)	4,000 (1.6)	244,000 (100.0)
1978	-	6,000 (2.4)	25,000 (10.1)	67,000 (27.2)	36,000 (14.7)	46,000 (18.6)	28,000 (11.3)	25,000 (10.1)	4,000 (1.6)	10,000 (4.0)	247,000 (100.0)
Total		22,000 (4.5)	36,000 (7.3)	125,000 (25.5)	101,000 (20.6)	79,000 (16.0)	50,000 (10.2)	56,000 (11.4)	8,000 (1.6)	14,000 (2.9)	491,000 (100.0)

1972 ∿ 1976 Average		20,660 (9.6)	26,520 (12.4)	43,620 (20.4)	46,920 (21.9)	33,540 (15.7)	15,500 (7.2)	22,240 (10.4)	2,760 (1.3)	2,260 (1.1)	214,020 (100.0)

Table 3.3-1 Imported Quantity of R.C. Bars
St. 38 from 1968 - 1978

Tons

Years	6mm	8mm	10mm	12mm	16mm	19mm	Total
1968	21,400	9,300	1,5200	5,400	2,300	-	53,600
1969	8,800	1,500	7,900	6,300	1,100	-	25,600
1970	32,300	9,800	22,300	31,700	9,400	2,000	107,500
1971	12,300	4,700	18,400	26,800	8,300	7,000	77,500
1972	4,900	21,000	58,600	25,400	16,500	4,500	130,900
1973	14,000	19,700	19,800	11,500	1,200	-	66,200
1974	32,800	28,000	26,300	43,000	2,400	-	132,500
1975	49,000	83,400	51,800	58,500	22,900	3,000	268,600
1976	40,100	70,800	96,100	52,300	6,800	-	266,100
1977	29,000	47,000	76,000	21,000	4,000	-	177,000
1978	2,000	-	9,000	30,000	33,000	1,000	75,000

(Source: SC)

3.3.2　消費の動向

Ｂａｒ＆Ｒｏｄの消費は，国内生産＋輸入実績より推定される。第3.3－２表は１９６８年から１９７８年までの生産，輸入，消費の推移を示したものであるが，'７７，'７８年の輸入及び消費量は推定値である。'６８,～'７６年の８年間に８３％の伸びであり平均年伸率は7.9％であるが，年毎の伸び率は激しく上下していることが認められる。'６９，'７１，'７３，年には，マイナスの伸びであり，特に'７３年の落込みが著しい。一方'７０　'７２　'７４　'７５年には，２０％以上の極めて高い伸びを示している。特に'７５年には３６.１％という大巾な伸びがみられる。

一方生産は，同じく'６８－'７６年の８年間にわずか1.2％の伸びに止った。前述の過去の稼動率の実績からみて'７８年の２４７千ｔは，ほぼ実現可能な最大生産量に近い数値であるとみられるので，現状の設備を前提とすれば，生産がこれ以上大巾に増大することは期待できない。従って現状を放置すれば消費と生産のギャップ，即ち輸入必要量は急速に増大する一方であるので出来るだけ速やかに，新規設備投資により国内生産の増大を図る必要がある。しかしながら，どんなに早く計画が進行しても，新規設備が稼動をはじめるのは，１９８３年以降であろうから，それまでは輸入の増大は止むを得ない。

品質については，現在消費の６割強が３７kg／mm²であるが，今後は次第に５２kg／mm²ものの消費が促進されるとみられるので，メモランダムで合意された新ミルにおける生産比率５０：５０はほぼ市場のニーズに合致した妥当なものであると考えられる。

エジプトにおけるＢａｒ＆Ｒｏｄの消費分野の分析はＡｔｋｉｎｓ　ｒｅｐｏｒｔの部門別分析においておこなわれた。

（Ａｔｋｉｎｓ　Ｆｉｎａｌ　Ｒｅｐｏｒｔ　Ｃｈａｐ1.3，Ｍａｒｋｅｔｆｏｒｅｃａｓｔ：Ｓｅｃｔｒａｌ　Ａｎａｌｙｓｉｓ，Ｐ．１１－２８　Ａｎｎｅｘ参照）

その結果によるとＲ.Ｃ.Ｂａｒの消費分野は１００％建設部門である。この内訳はおそらく８割以上が住宅，その他建物の建築需要である。

Table 3.3-2 Production, Import, Consumption of Bar and Rod

(1,000 tons)

	Production			Import			Consumption			
	37kg/mm^2	52kg/mm^2	Total	37kg/mm^2	52kg/mm^2	Total	37kg/mm^2	52kg/mm^2	Total	%Growth over past year
1968	21.8	185.2	207	53.6	-	53.6	75.4	185.2	260.6	
69	13.2	201.8	215	25.6	-	25.6	38.8	201.8	240.6	-7.6
70	51.4	151.3	202.7	107.5	-	107.5	158.9	151.3	310.2	28.8
71	63.8	138.2	202	77.5	-	77.5	141.3	138.2	279.5	-9.9
72	63.8	152.3	216.1	130.9	-	130.9	194.7	152.3	347	24.2
73	51	168	219	66.2	-	66.2	117.2	168	285.2	-17.8
74	41	176	217	132.5	-	132.5	173.5	176	349.5	22.5
75	39	168	207	268.6	-	268.6	307.6	168	475.6	36.1
76	29	182	211	266.1	-	266.1	295.1	182	477.1	0.3
77*	42	202	244	263	-	263	305	202	507	
78*	47	200	247	317	-	317	364	200	564	

* Estimate

3.4 需給の見通し

3.4.1 需要予測の方法

Ｂａｒ＆Ｒｏｄの需要予測にあたり，いくつかの方法を比較した。

a) ＧＤＰとの相関

高い相関度を示した。データも良好である。

b) 住宅投資との相関

比較的相関度は高いが，将来の住宅投資額について満足すべきデータが得られない。

c) セメント消費との相関

相関度は比較的高いが，将来のセメント消費予測の信頼性がよくわからない。

d) クロス・セクション分析

方法論としては有力であるが，エジプトについての説得力あるパターンを設定するのは困難である。（詳細については，ａｔｋｉｎｓ ｒｅｐｏｒｔ 及びＵＮＩＤＯ ｒｅｐｏｒｔ参照）

e) 時系列分析

過去の状況から判断して，時系列分析が有効であるとは考えられない。（詳細についてはＵＮＩＤＯ ｒｅｐｏｒｔ ｃｈａｐ．２ 参照）

f) 部門別分析

この方法はＡｔｋｉｎｓ ｒｅｐｏｒｔにおいて詳細におこなわれた。その結果は，エジプト鉄鋼業消費について，恐らく唯一の部門別分析であるが，予測結果そのものはやゝ低く過ぎるように思われる。

Ｂａｒ＆Ｒｏｄの消費分野については，貴重な情報ではあるが，予測結果としては採用し難い。

当スタディにおいては既存のレポートにおける分析結果を参考としつつ，主として，ＧＤＰとの相関によるマクロ的方法とセメント消費との相関による予測について検討した結果，ＧＤＰとの相関により得られた予測値を結論として採用した。

3.4.2 予測結果

予測の結果は第3.4－1表に示される。ＧＤＰの将来の平均成長率については，ＩＳＣ及びＵＮＩＤＯ ｒｅｐｏｒｔにおいて採用された８％の値を用いた。

１９７８－１９８２年の新経済５ケ年計画では，より高い伸率が予定されているが，ここでは，現実的見地からして，より実現性の高いものとしてこの値を採用している。

第3.4－1表　：1992年までのBar＆Rod需要見通し

	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92
Bar & Rod 需要 (千t)	624	690	761	837	920	1,009	1,105	1,209	1,322	1,443	1,574	1,716	1,869	2,034
GDP(百万LE 65価格)	4,543	4,907	5,299	5,723	6,181	6,676	7,210	7,787	8,410	9,082	9,809	10,594	11,441	12,356

ＧＤＰとの相関を最終的に採用した理由は，エジプトの場合過去のＢａｒ＆Ｒｏｄの消費とＧＤＰの相関が極めて高いこと及び比較的長期に亘って，信頼度の高いデータが得られることによる。

本プロジェクトのStart-upが予定される'83年における需要は９２０千ｔで，'７８年の推定実績５６４千ｔの６３％増である。１９９２年の予測値2,０３４千ｔは，'７８年推定実績の3.６倍，'８３年の2.２倍となる。'８２－'９２年の１０年間の平均伸び率は，9.３％となる。この値は，１９６８年～'７６年の８年間における実績平均伸び率7.９％よりはかなり高目であるが，この間のＧＤＰ成長率が平均わずか6.１％であったことと対応している。参考までに１９７４年以降のＧＤＰ伸率を示すと以下の通りである。

	1974年	1975年	1976年
GDP成長率	8.2％	8.9％	9.4％

このような近年における急速な経済成長の状況からすれば，平均８％の成長率の設定はあながち高すぎるとはいえない。

第3.４－１図にはＩＳＣ，ATKINS，ＩＥＣＯ，ＵＮＩＤＯの各レポートによる予測結果が示されている。今回の予測結果は，ＵＮＩＤＯ reportの予測とほぼ等しい。又ＧＯＦＩの予測とも大きな差はないが'８２年には，ＧＯＦＩの方がやや高く'８５年にはほぼ等しいが，'９１年には，ＪＩＣＡ予測の方が高くなっている。ATKINSとＩＥＣＯの予測は，別の方法によっているが，結果はほぼ等しくなっているためＩＥＣＯの結果はATKINSにより代表せしめ，このグラフには示していない。いづれにしてもATKINS，IECOの予測結果はこれら一連の予測のなかでは最も低目であり，ＪＩＣＡとの差は，'８３年で約１２０千ｔ，'８７年で１９５千ｔ，'９１年で３１７千ｔとなっている。（詳細な比較についてはANNEX３－１を参照されたい）

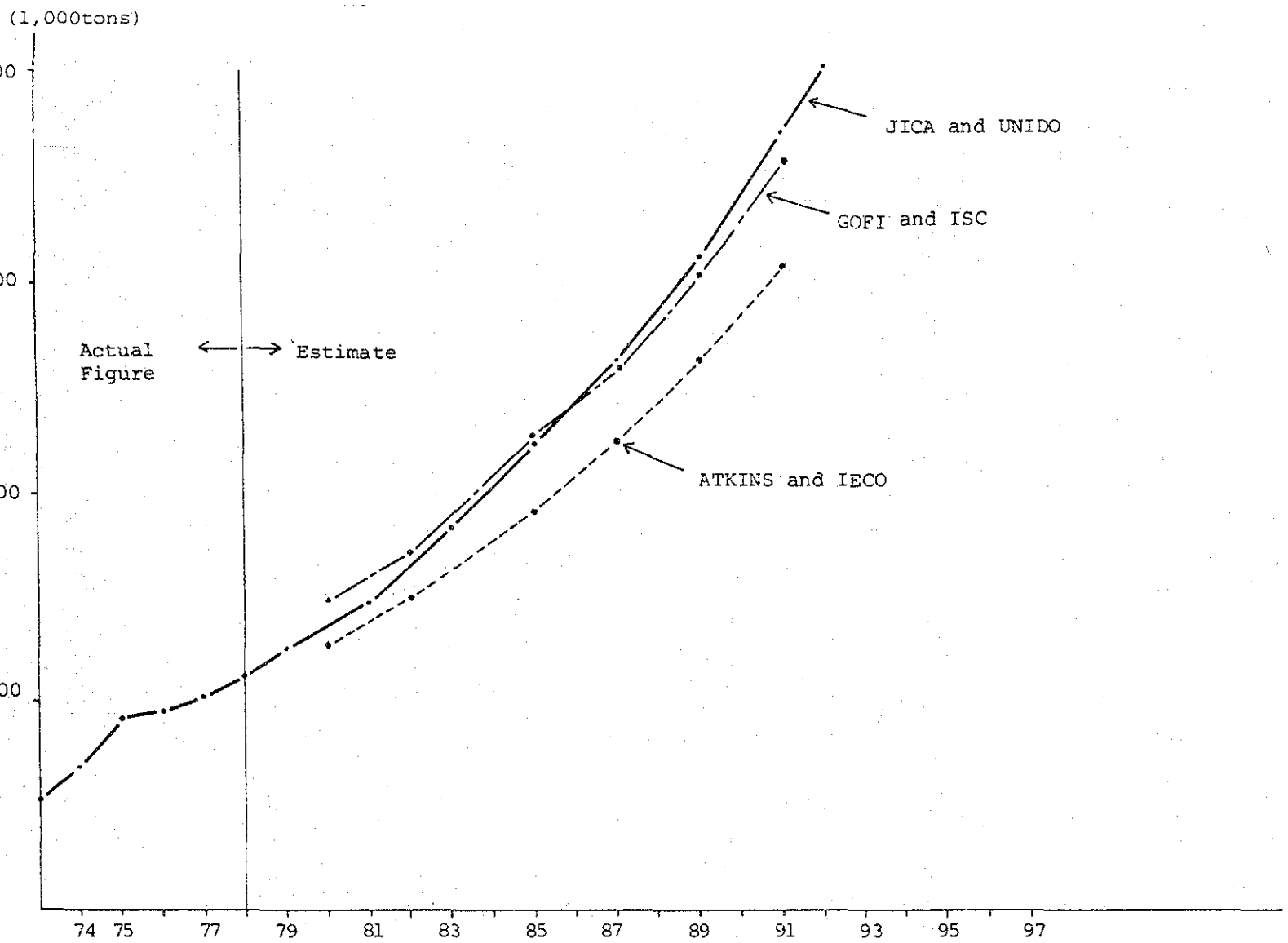


Fig.3.4-1 Comparison of Projections

3.4.3 需給の見通し

第3.4－2表は前述の需要予測の結果を前提に，将来の需給バランスを示したものである。供給面では新ミルが生産を開始するのは1983年後半であり，フル稼動（製品ベースで723千t）に達するのは，'86年とし，又国内既存ミルの実生産量を第3.2－3表に示した数値として計算してある。これをグラフで示したのが，第3.4－2図である。'86年においても，なお供給は約216千t不足するのでその分輸入せざるを得ない。この時点における国内供給力，約990千tは，その後第2期計画が稼動を始めるまでは，増加しないので，この需給ギャップは年々増大する一方である。従って出来るだけ早い時期に第2期拡張計画に着手する必要がある。

JICA－SCのメモランダムにおいて，第2期計画は第1期の2倍の生産規模とすることが合意された。第2期の完成時の供給力は従って723千t×2＋270千t＝1,716千tになるはずである。需要がこの規模に達するのは，1990年であるから，この年までに第2期計画を完成させることが一つのメドとなろう。そのためには，工期を約3年とすれば'87年には着工，計画段階は'85年又はそれ以前に開始すべきである。91年以降の需要の伸びへの対処は，不確定要素が多いが，UNIDO reportに示唆されているようにさらに他の計画によるべきである。

第3.4－2表　需給見通し

	需　要	供　給			需給ギャップ（輸入必要量）
		既存ミル	新ミル	計	
79	624	250	—		374
80	690	250	—		440
81	761	250	—		511
82	837	250	—		587
83	920	250	83		587
84	1,009	260	520		229
85	1,105	270	710		125
86	1,209	270	723		216
87	1,322	270	723		329
88	1,443	270	723		450
89	1,574	270	723		581
90	1,716	270	723		723
91	1,869	270	723		876
92	2,034	270	723		1,041

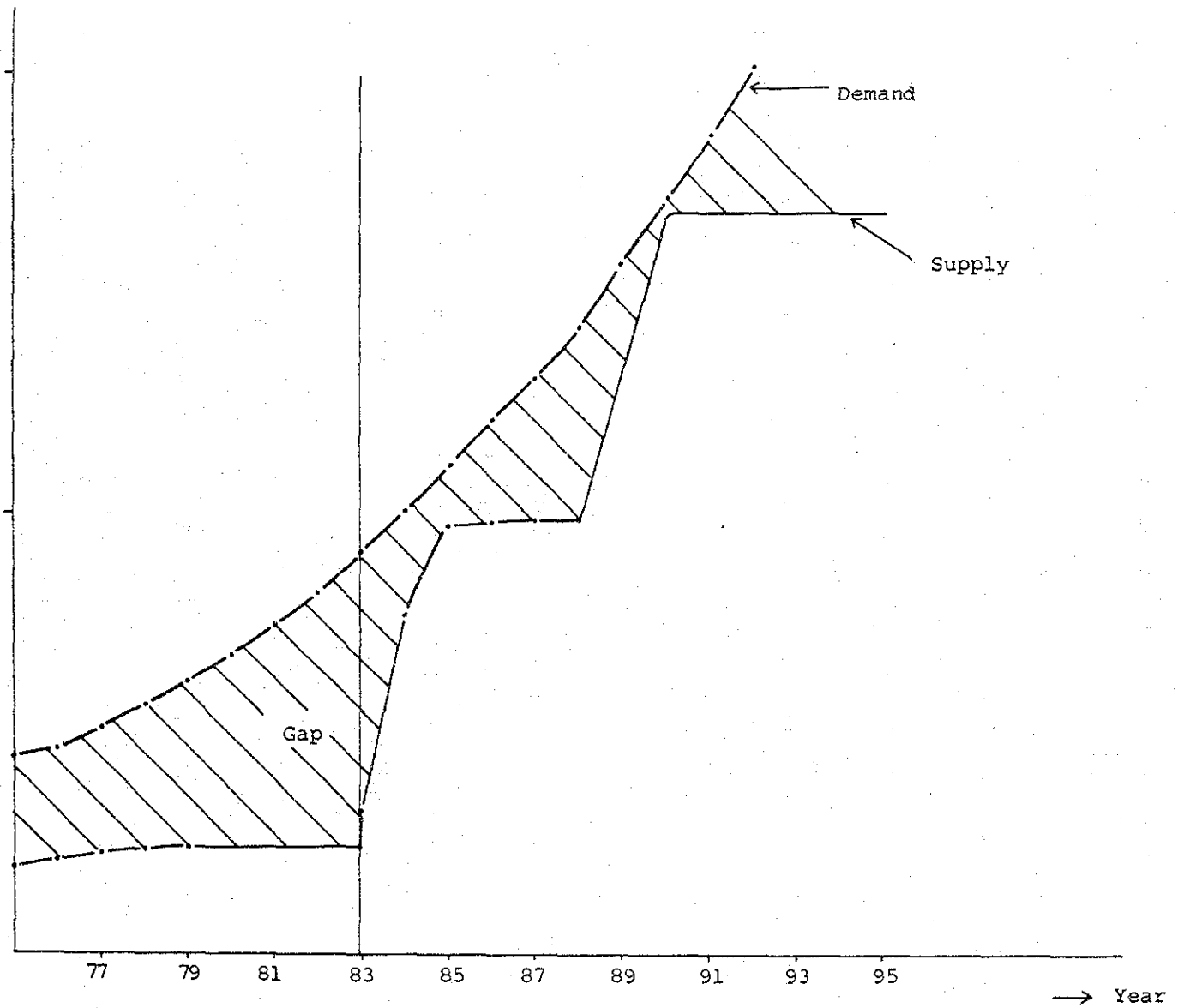


Fig.3.4-2 Demand-Supply Projection

3.4.4　サイズ別展開

本プロジェクトにおける生産のサイズ構成は，将来国内消費のサイズ構成の予測にもとづいて決めねばならない。将来のサイズ構成は過去５ケ年の国内消費のサイズ別構成の平均によることとした。但し，'77年,'78年の消費実績が不明のため，１９７２年～76年のデータを用いた。第3.4.3表に示されるのが，１９７２－７６年のサイズ構成の推移とその平均である。全体の６５％は１３㎜以下のサイズであることがこれにより判る。

第3.4-3表のサイズ構成を用いて，各予測年次のサイズ展開をおこなったのが，第3.4－４表である。将来の国内生産のサイズ構成は，第3.2－４表を用いて推定した。第3.2－４表には最近時のデータとして，'77年，'78年の平均，及び１９７２－７６年の平均の両方が示されている。これにより，'77年以降，Public Sector３社の生産サイズ構成が８㎜，１０㎜，１３㎜，３２㎜以上の各サイズにおいて大きく変化していることが認められよう。８㎜，１０㎜サイズの減少，１３㎜サイズの増加は明らかに，より生産能率の高い品種への移行の傾向を示すものとみられる。従って国内既存ミルの将来の生産サイズ構成は'77年，'78年の平均の値を用いて展開することにより推定した。第3.4－５表に示すのが，将来の既存ミルにおける生産サイズ構成である。

サイズ別需給バランスは以下のようにして求めた。

サイズ別需要量－サイズ別既存ミル生産量＝サイズ別需給ギャップ

このようにして求めたサイズ別需給ギャップを示したのが第3.4－６表である。

本プロジェクトによる新規ミルのサイズ構成は，このようにして求めたサイズ別需給ギャップのうち，なるべく新ミルが高い生産性をあげ得るような高能率サイズを優先して決定した。このような決め方の根拠は，新ミルが高い生産水準を達成するほど，丸棒輸入が減り，外貨節約を達成出来るからであり，このメリットは，細物サイズをより多く輸入することによるエキストラ分の外貨支払増をはるかに上廻るものと考えられる。

このような観点から決めた新規ミルのプロダクト・ミックスは第3.4－７表に示す通りである。生産は主として，１０，１３，２５，２８，３２以上の各サイズに集中している。このプロダクト・ミックスは前に述べた通り，需要サイズの構成，既存ミルの生産サイズ構成を前提としたものである。

新規ミルのこのようなプロダクト・ミックスを前提とした輸入品のサイズ構成予測を第3.4－８表に示す。

上記のプロダクト・ミックスは将来のサイズ構成の予測せざる変化によって変ることは

十分考えられることである。第3.4－3表のサイズ構成は，過去の傾向をもって将来を推定したものであるから，将来の姿がこの表に示される値と異ることは，勿論あり得るがこのようなサイズの変更に対しては，新ミルは比較的柔軟に対応できるので，現実には，将来需要のサイズ構成が3.4－2表に示される状況と多少異っても十分対応できる。

新規ミルにおける品種構成はMar.16 '79のメモランダムに従って37kg／㎟もの50％，52kg／㎟もの50％とするが，この比率も又，将来の需要の変化に対応して変えていくことは容易である。

Table 3.4-3 Size Structure of Domestic Consumption-Bar & Rod (EGPT)

(Ton)

	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32~	Total
1972	4,900 (1.4)	43,300 (12.5)	78,200 (22.5)	76,500 (22.1)	55,100 (15.9)	42,200 (12.2)	20,500 (5.9)	18,200 (5.2)	7,800 (0.1)	300 (0.1)	347,000
73	14,000 (4.9)	42,700 (15.0)	50,800 (17.8)	54,500 (19.1)	61,200 (21.5)	24,000 (8.4)	10,000 (3.5)	26,000 (9.1)	-	2,000 (0.7)	285,200
74	32,800 (9.4)	49,000 (14.0)	54,300 (15.5)	93,000 (26.6)	54,400 (15.6)	34,000 (9.7)	14,000 (4.0)	14,000 (4.0)	2,000 (0.6)	2,000 (0.6)	349,500
75	49,000 (10.3)	102,400 (21.5)	81,800 (17.2)	91,500 (19.2)	66,900 (14.2)	42,000 (8.8)	12,000 (2.5)	22,000 (4.6)	3,000 (0.6)	5,000 (1.1)	475,600
76	40,100 (8.4)	88,800 (18.6)	120,100 (25.2)	93,300 (19.6)	46,800 (9.8)	33,000 (6.9)	21,000 (4.4)	31,000 (6.5)	1,000 (0.2)	2,000 (0.4)	477,100
Total	140,800 (7.3)	326,200 (16.9)	385,200 (19.9)	408,800 (21.1)	284,400 (14.7)	175,200 (9.1)	77,500 (4.0)	111,200 (5.7)	13,800 (0.7)	11,300 (0.6)	1,934,400

65.2% 34.8%

Note: Consumption = Domestic production + Import

Table 3.4-4 Size Breakdown of Future Demand
(1977 - 92)

(1,000 tons)

	Total	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32~
1977	507	37	86	101	107	75	46	20	29	4	2
78	564	41	95	112	119	83	51	23	32	5	3
79	624	46	105	124	132	92	57	25	36	4	3
80	690	50	117	137	146	101	63	28	39	5	4
81	761	56	129	151	161	112	69	30	43	5	5
82	837	61	141	167	177	123	76	33	48	6	5
83	920	67	155	183	195	135	84	37	52	6	6
84	1,009	74	171	201	213	148	92	40	58	6	6
85	1,105	81	187	220	233	162	101	44	63	7	7
86	1,209	88	204	241	256	178	110	48	69	8	7
87	1,322	97	223	263	280	194	120	53	75	9	8
88	1,443	105	244	287	305	212	131	58	82	10	9
89	1,574	115	266	313	333	231	143	63	90	11	9
90	1,716	125	290	341	363	252	156	156	69	98	10
91	1,869	136	316	372	394	275	170	75	107	13	11
92	2,034	148	344	405	430	299	185	81	116	14	12

Table 3.4-5 Size Breakdown of Future Production by Existing Mills

(1,000 tons)

	Existing mill Total	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32~
1977	244	-	16	11	58	65	33	22	31	4	4
78	247	-	6	25	67	36	46	28	25	4	10
79	250	-	11	22	64	52	40	25	29	4	3
80	250	-	11	21	64	52	40	25	29	4	4
81	250	-	11	20	64	52	40	25	29	4	5
82	250	-	11	20	64	52	40	25	29	4	5
83	250	-	11	19	64	52	40	25	29	4	6
84	260	-	12	21	66	53	42	26	30	4	6
85	270	-	12	21	69	56	43	27	31	4	7
86	270	-	12	21	69	56	43	27	31	4	7
87	270	-	12	20	69	56	43	27	31	4	8
88	270	-									
89	270	-									
90	270	-									
91	270	-									
92	270	-	12	20	69	56	43	27	31	4	8

Table 3.4-6 Size Breakdown of Demand-Supply Gap

(1,000 tons)

	(1) Total demand	(2) Existing total	(1)-(2)	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32∿
1977	507	244	263	37	70	90	49	10	13	-2	-2	-	-2
78	564	247	317	41	89	87	52	47	5	-5	7	1	-7
79	624	250	374	46	94	102	68	40	17	-	7	-	-
80	690	250	440	50	106	116	82	49	23	3	10	1	-
81	761	250	511	56	118	131	97	60	29	5	14	1	-
82	837	250	587	61	130	147	113	71	36	8	19	2	-
83	920	250	670	67	144	164	131	83	44	12	23	2	-
84	1,009	260	749	74	159	180	147	95	50	14	28	2	-
85	1,105	270	835	81	175	199	164	106	58	17	32	3	-
86	1,209	270	939	88	192	220	187	122	67	21	38	4	-
87	1,322	270	1,052	97	211	243	211	138	77	26	44	5	-
88	1,443	270	1,173	105	232	267	236	156	88	31	51	6	1
89	1,574	270	1,304	115	254	293	264	175	100	36	59	7	1
90	1,716	270	1,446	125	278	321	294	196	113	42	67	8	2
91	1,869	270	1,599	136	304	352	325	219	127	48	76	9	3
92	2,034	270	1,764	148	332	385	361	243	142	54	85	10	4

Table 3.4-7 Product Mix of The New Mill

(1,000 tons)

	(1) Total demand	(2) Existing mill Total	(1) - (2)	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32∿	Total
1977	507	250	257											
78	564	250	314											
79	624	250	374											
80	690	250	440											
81	761	250	511											
82	837	250	587											
83	920	250	670	-	-	-	46	-	-	12	23	2	-	83
84	1,009	260	749	-	99	180	147	-	50	14	28	2	-	520
85	1,105	270	835	62	175	199	164	-	58	17	32	3	-	710
86	1,209	270	939	-	173	220	187	13	67	21	38	4	-	723
87	1,322	270	1,052	-	126	243	211	-	68	26	44	5	-	
88	1,443	270	1,173	-	77	267	236	-	54	31	51	6	1	
89	1,574	270	1,304	-	23	293	264	-	40	36	59	7	1	
90	1,716	270	1,446	-	-	286	294	-	24	42	67	8	2	
91	1,869	270	1,599	-	-	255	325	-	7	48	76	9	3	
92	2,034	270	1,764	-	-	209	361	-	-	54	85	10	4	723

Table 3.4-8 Size Structure of Import
(After the Operation of New Mill)

(1,000 tons)

	(1) Total demand	(2) Existing mill Total	(1) - (2)	6mm	8	10	13	16	19	22	25	28	32∿	Total
1977	507	244	263	37	70	90	49	10	13	-2	-2	-	-2	263
78	564	247	317	41	89	87	52	47	5	-5	7	1	-7	317
79	624	250	374	46	94	102	68	40	17	-	7	-	-	374
80	690		440	50	106	116	82	49	23	3	10	1	-	440
81	761		511	56	118	131	97	60	29	5	14	1	-	511
82	837		587	61	130	147	113	71	36	8	19	2	-	587
83	920	250	670	67	144	164	85	83	44	-	-	-	-	587
84	1,009	260	749	74	60	-	-	95	-	-	-	-	-	229
85	1,105	270	835	19	-	-	-	106	-	-	-	-	-	125
86	1,209		939	88	19	-	-	109	-	-	-	-	-	216
87	1,322		1,052	97	85	-	-	138	9	-	-	-	-	329
88	1,443		1,173	105	155	-	-	156	34	-	-	-	-	450
89	1,574		1,340	115	231	-	-	175	60	-	-	-	-	581
90	1,716		1,446	125	278	35	-	196	89	-	-	-	-	723
91	1,869		1,599	136	304	97	-	219	120	-	-	-	-	876
92	2,034	270	1,764	148	332	176	-	243	142	-	-	-	-	1,041

3.4.5　需要予測に関する参考データ

1.　セメント消費との相関によるRC－BAR需要予測

(1)　1971年以降のセメント消費実績は，以下に示すとおりである。

1971	'72	'73	'74	'75	'76	
2,933	2,952	3,029	3,071	3,717	4,135	千t

SOURCE:　Bog Allen & Hamilton Management Consultant

過去のこれらのデータとRC－BAR消費の相関，及び，将来のセメント需要見通し（SCより提供）に基づくRC－BAR消費の予測は以下の通り。

	1978	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	
セメント消費	5,050	5,500	6,000	6,570	7,230	8,000	8,790	9,660	10,620	11,650	12,760	千t
RC－BAR消費	600	664	734	815	909	1,018	1,130	1,254	1,390	1,536	1,694	千t

(2)　データの制約

1977年の実績，及び1989年以降のセメント需要についてのデータは入手出来なかった。

2.　住宅投資との相関に関する予測

(1)　1968～1976年の住宅投資実績は以下の通り（1970年価格）

1968	'69	'70	'71	'72	'73	'74	'75	'76	
112.9	115.3	118.0	120.2	121.1	124.0	127.1	130.0	159.2	百万LE

SOURCE:　MINISTRY OF PLANNING

この過去における住宅生産とRC－BAR消費の相関，及び新5ケ年計画による将来の住宅投資計画のデータにより，予測した将来のRC－BAR需要予測は次の通り。

	'78	'79	'80	'81	'82	
住宅投資	160.0	176.0	194.0	214.0	236.0	百万LE
RC－BAR消費	488	567	655	752	860	千t

SOURCE:　New Five - year Plan.

(2)　データの制約

82年以降の住宅投資見通しについて信頼できるデータは入手出来なかった。

5ケ年計画の数値のデフレーターは不明故，デフレートしない数値を用いている。

3.　時系列延長　参考のため時系列延長による予測値を以下に示す。

1979	1982	'85	'88	'91	'92	
536	677	732	1,080	1,365	1,476	千t

3.5 Bar＆Rodの流通機構と価格

現在エジプトのBar＆Rodの流通は，価格，流通機構の両面において政府の統制下にある。国内供給のほとんど全てを占めるPublic Sector 4社の製品はほんの1部の2級品（全生産量の1～2％とみられる。）を除いては，ほとんど全て住宅建設のための基礎資材であるので，この価格と供給を安定せしめようとする政府の政策によるものである。エジプト政府当局者との話し合いを通じて，本プロジェクトの製品は，国内供給が需要を下廻るかぎりは，全てDistribution Bureanを通じて流通せしめることがエジプト政府の意向であることが，明らかとなった。即ち，国内供給が需要を満し得ない状態が続く間は政府はBar＆Rodの全製品を統制下におく方針であるが，国内供給が需要を上廻る状態が達成されれば，このような統制を撤廃し，自由市場に移行するのが政府の方針であると理解された。

前述のわれわれの需給見通しによれば，1992年以前に国内供給が需要を上廻る可能性は少いので，当分の間は現状のような，政府による統制が続くというのが，本スタディの前提である。

エジプト政府は，1978年5月以降，丸棒の国内価格を2回，即ち'78年7月と'79年1月に引上げた。この結果現在の国内価格は第3.5－1表に示すようになっている。

第3.5－1表　Bar＆Rod国内価格表

（LE／t）

Size ø	37 kg／mm²			52 kg／mm²		
	Bace Price	Additional Rate	Total Price	Bace Price	Additional Rate	Total Price
17－25mm	195	－	195	210	－	210
16	195	2	197	210	2	212
13	195	6	201	210	6	216
10	195	12	207	210	12	222
8	195	19	214	210	19	229
6	195	25	220	210	25	235

（SC）

輸入品の国内価格は上記にLE100／t加算。

現在国内価格は2種類あり，1つは国産Bar＆Rodの価格であり，これが本表に示してある。他の1つは輸入品の国内販売価格であり，これは国内価格に100LE加えたものである。従って，17－25mmのベースサイズを例にとれば，37kg／mm²もので295LEとな

る。この価格からハンドリングチャージ，輸入関税及びフレートを差引いた値２８４$ は値上げの時点（ '79年1月）の国際価格水準（ＦＯＢアントワープＵＳ$２８０）にほぼ等しい。エジプト政府の方針はこのような２つの価格を採用することにより一方では，低所得者層への住宅供給，インフラストラクチャーの整備を促進しつつ他方でその他の需要に対しては出来るだけ国際価格に近い価格により供給しようということであると理解された。従ってこのような価格政策はＢａｒ＆Ｒｏｄの国内市場を次第に出来るだけ国際水準に近づけるという趣旨に沿ったものであると理解される。

このような措置に加えて政府は，外貨を保有するプロジェクトに対しては，上記Ｄｉｓｔｒｉｂｕｔｉｏｎ Ｂｕｒｅａｕを経由しないで直接輸入を認めており，この経由による輸入は，かなり増加しているものと推定される。

これらの措置により，国内Ｂａｒ＆Ｒｏｄ市場は以前に比してかなり国際水準に近づきつつあると言える。

本プロジェクトのＦＳにあたっては，出来るだけ輸入Ｂａｒ＆Ｒｏｄの陸揚価格（ｌａｎｄｅｄ ｐｒｉｃｅ但し関税は除く）に近い価格を本プロジェクトの製品価格の前提とするようエジプト側より要望がありメモランダム（Ｍａｒ １６～１９７９）でもそのように合意された。

この合意に基づいて我々は最近時のＦＯＢアントワープ価格を基準として，本ＦＳの為の販価は次のように設定した。（ＦＯＢアントワープ価格は第3.5－1図参照）

	（ＪＡＮ '79）
ＦＯＢアントワープ価格	３１０
サイズエキストラ	６
フ レ ー ト	２５
ハンドリングチャージ	９
販 売 価 格	ＵＳ$３５０

Ｂａｒ＆Ｒｏｄの国際価格は極めて激しく変動するのが常であり，又輸出国において供給余力がある場合，輸出国の国内価格をかなり下廻って輸出されることが多い。従ってこのような価格設定は，国際価格が極度に低下した時にもなお，本プロジェクトが輸入品との競争力を維持出来る程度の関税障壁が常に設けられることが前提となる。

エジプト政府の国内供給力の増大に伴い漸次価格面，数量面での統制を撤廃し，自由市場へ移行する政策は基本的には正しいものであると考えられるが，育成段階にある国内鉄鋼業を未成熟の段階で国際競争に晒すことは，その成長を妨げ，かえってエジプト鉄鋼業

が国際的に競争力のある産業として育つことを遅らせるおそれがあることを指摘したい。市場の自由化は国内産業の成熟度合に合わせておこなうのが最も正しい政策であると言えよう。

本プロジェクトを創業の当初から国際競争下に晒すことはこの意味で妥当な政策とは考えられない。

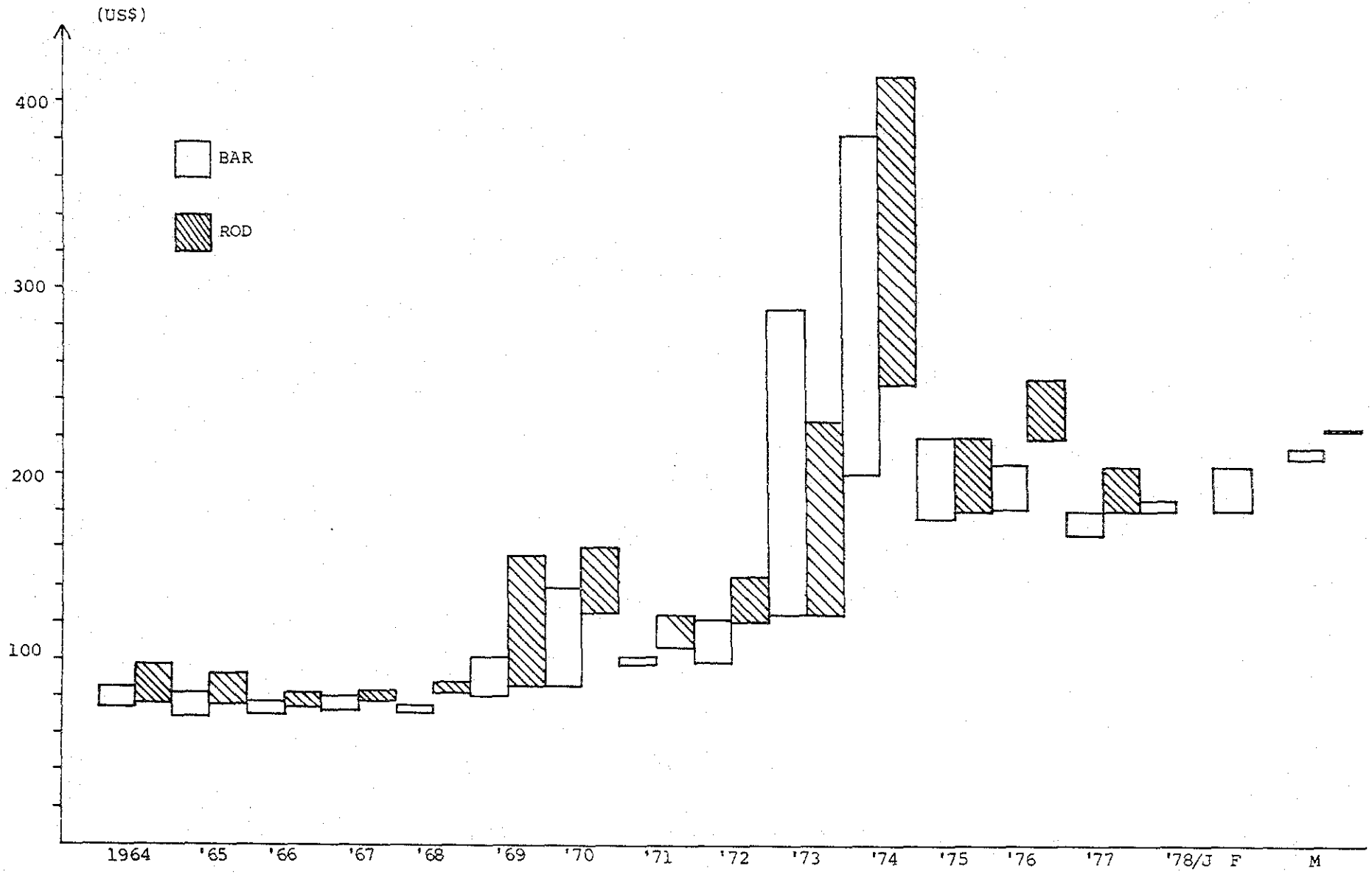
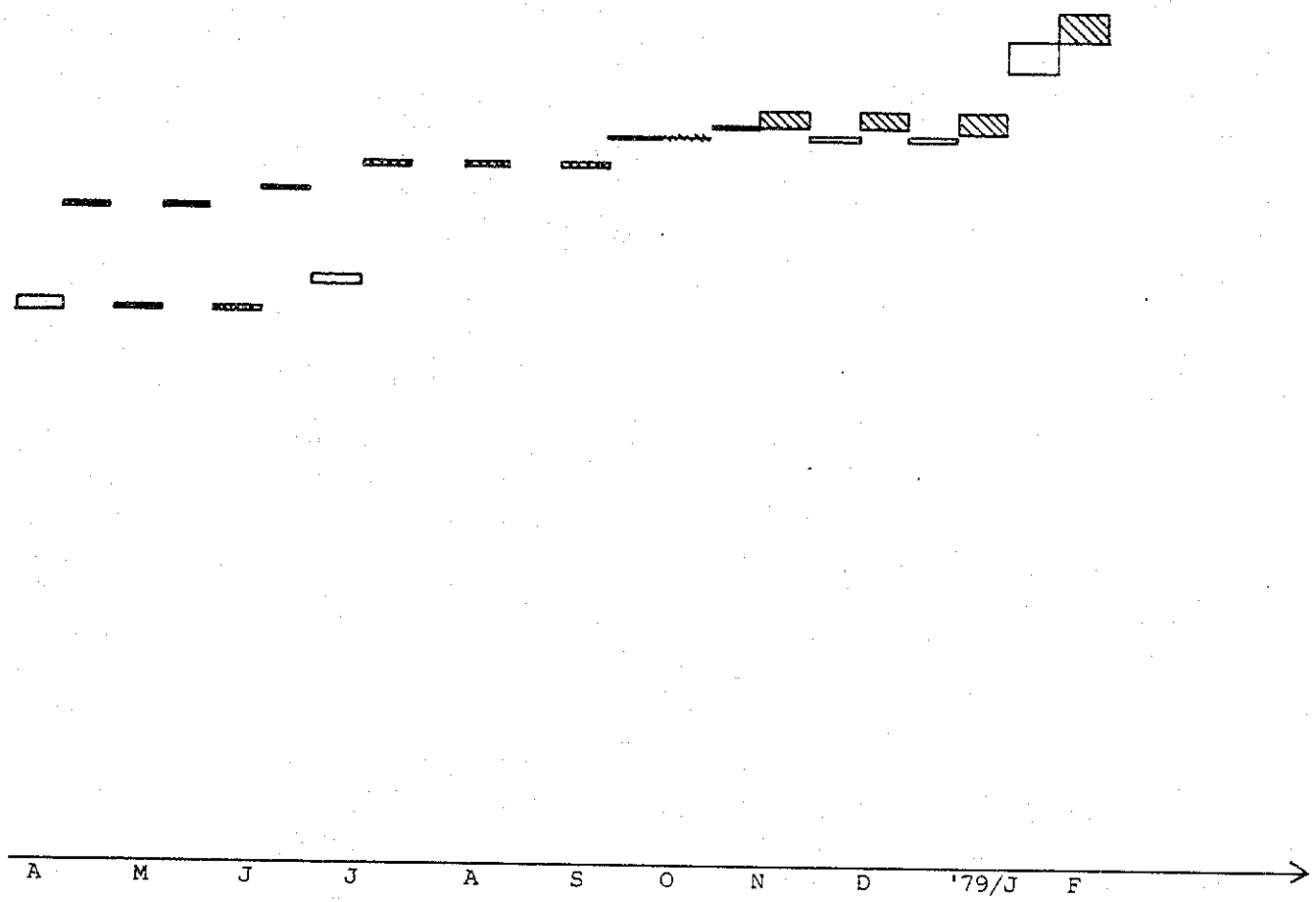


Fig.3.5-1 Continental Steel Export
(F.O.B. Antwerp. Dollars



Market Price-Bar & Rod
Per Metric Ton)

3.6　輸出の可能性

生産設備の拡張は需要の増加に応じて需給均衡がとれるように実行されるべきである。しかし，需要量は通常連続的に増加するのに対し，生産設備は経済的・技術的な諸条件から特定規模となり且つ新増設の時点で段階的に供給力が出現することになるため，供給力の増加は通常，段階的で不連続となるものであるから，需給バランスのとれるように設備拡張計画をたてたとしても，ある時期に於いて供給力過剰の現象が生ずる可能性が大きい。

エジプト国のＢａｒ＆Ｒｏｄについては現在の設備増強計画を前提とする限りに於いては１９８０年代を通し常に需要が供給量を上回り輸出余力を生ずる見込みは殆んどない。しかし，何らかの方法で輸出余力を生み出せるなら，Ｂａｒ＆Ｒｏｄは住宅・その他の建築，土木，産業機械，輸送用機器等の各部門に亘って極めて広範に使用される素材であるため輸出品目としては好適であるということができる。エジプト周辺のアラブ諸国は石油開発，ポスト石油産業育成，インフラ整備等々のためにその需要を増々拡大していくことになろうから，この点からみても極めて有望な品目の一つであることは明らかである。

3.6.1　アラブ諸国の市場

世界鉄鋼需給の現状及び見通しからすれば，エジプトの輸出努力も激しい国際競争に直面することは明白である。

エジプトが地理的にヨーロッパに近いという事実は，特にヨーロッパ鉄鋼輸出国からの輸出攻勢を受け易いことを示している。しかしながら，このような事実にも拘わらず，エジプトの輸出機会は依然として大きいものと考えられる。即ち，文化的・宗教的な結合の強さからみてアラブ世界こそはエジプトにとって最大にして最良の輸出市場となり得るものと考えられるからである。

１９７６年－１９７７年に於ける，アラブ諸国（エジプトを除く）の全鋼材の消費・生産・輸入・自給率状況は第3.6－1表に示す通りである。以降，3.6に於いて特に断りなしにアラブ諸国という場合にはサウジ・アラビア，アルジェリア，リビヤ，チュニジア，ヨルダン，レバノン，スーダン，北イエーメン，南イエーメン，シリア，バーレン，U·A·E，イラク，クウェート，カタール，オーマンの諸国を指すものとする。

同年これら諸国は約７２５－８００万ｔの鋼材を消費したが，このうちアラブ諸国で生産されたものは約６９－７４万ｔに過ぎないから，自給率は僅か8.6％－１０.２％に過ぎなかったことを示している。又，同時期におけるアラブ諸国の鋼材生産設備能力は１９７６年に約１７７万ｔ，１９７７年で約１８５万ｔあったにも拘わらず実際の鋼材生産が約６９万ｔ，７４万

tに止まったことは生産設備能力に対する稼動率は40%程度と低かったことを示している。

アラブ諸国の生産設備能力及び稼動率は第3.6－2表に示す通りである。仮に鋼材生産設備能力いっぱいの生産を達成し得たとしても，その自給率は精々23－26%に過ぎず，技術水準及びその他の制約条件からみて稼動率が現在の水準から急激に高まることも期待しにくい。

第3.6－1表　アラブ諸国における
全鋼材需給及び自給率

（単位：1,000 METRIC TON）

	消費（A）	生産（B）	輸入（C）	自給率(B/A)
1976	7,990	690	7,300	8.6%
1977	7,250	740	6,540 （輸出30）	10.2%

第3.6－2表　アラブ諸国における
全鋼材生産設備能力及び稼動率

（単位：1,000 METRIC TON）

	設備能力（A）	生　産（B）	稼動率（B/A）
1976	1,775	690	39%
1977	1,850	740	40%

1974－77年におけるBar＆Rodの需給推移状況は第3.6－3表（各国別詳細はANNEX：3－2参照）に示す通りであるが，この間に於けるアラブ諸国全体の自給率は僅かに6%－8%程度と10%に満たず，大部分はヨーロッパ鉄鋼輸出国を中心とする域外諸国からの輸入に依存している。

第3.6－3表　アラブ諸国に於けるBar＆Rod需給

（単位：1,000 METRIC TON）

	消　費	設備能力	生　産	輸　入
1974	2,615	615	201	2,414
1975	2,452	615	202	2,250
1976	3,841	619	226	3,615
1977	3,114	674	250	2,864

（注）ソ連からの輸入　　1974－75年は輸入実績約70万t。
1976－77年は輸入統計発表されぬため50万tと仮定加算した。

仮に設備能力１００％稼動を想定した場合でもこの間に於ける設備能力は６２－６７万ｔに過ぎないから自給率も１６－２５％程度になるにすぎない。

尚，アラブ諸国のＢａｒ＆Ｒｏｄの主要輸入相手先は第3.６－４表に示す通りである。

第3.6－4表　アラブ諸国におけるBar＆Rod輸入相手先構成

1976

国名	輸入計	EC9		その他欧州		欧州計		東欧	
			%		%		%		%
サウジ	764.75	77.42	10.1	1.43	0.2	78.86	10.3	－	－
アルジェリア	222.59	136.26	61.2	36.86	16.6	173.12	77.8	19.20	8.6
モロッコ	261.89	115.23	44.0	10.70	4.1	125.93	48.1	124.60	47.6
イラン	268.55	58.34	21.7	－	－	58.34	21.7	11.00	4.1
ヨルダン	37.00	9.01	24.4	0.06	0.2	9.07	24.6	5.94	16.1
レバノン	11.38	4.48	39.4	－	－	4.48	39.4	6.60	58.0
シリア	249.36	105.44	40.3	45.72	18.3	151.16	60.6	20.59	8.3
リビア	373.47	299.15	82.1	25.35	6.8	324.50	86.9	8.00	2.1
スーダン	15.86	15.50	97.7	－	－	15.50	97.7	－	－
チュニジア	15.21	13.81	90.8	1.30	8.5	15.11	99.3	－	－
クウェート	483.89	15.29	3.2	0.20	0.0	15.49	3.2	0.47	0.1
バーレン	36.27	6.04	16.7	－	－	6.04	16.7	－	

1977　（単位：1,000 METRIC TON）

国名	輸入計	EC9		その他欧州		欧州計		東欧	
			%		%		%		%
サウジ	640.34	100.53	15.7	5.06	0.8	105.59	16.5	－	－
アルジェリア	427.71	251.19	58.7	168.92	39.5	420.11	98.2	6.86	1.6
モロッコ	326.34	85.25	26.1	240.28	73.6	325.53	99.7	0.47	0.1
イラン	89.37	45.57	51.0	6.87	7.7	52.44	58.7	4.55	5.1
ヨルダン	14.45	8.63	59.7	－	－	8.63	59.7	4.77	33.0
レバノン	35.91	30.67	85.4	0.01	0.0	30.68	85.4	5.00	13.9
シリア	152.06	98.43	64.7	15.83	10.4	114.26	75.1	37.58	24.7
リビア	218.09	201.04	92.2	14.47	6.6	215.51	98.8	2.47	1.1
スーダン	37.37	25.72	68.8	－	－	25.72	68.8	－	－
チュニジア	51.55	40.85	79.2	10.70	20.8	51.55	100.0	－	－
クウェート	145.77	14.35	9.8	2.08	1.4	16.43	11.2	0.59	0.4
バーレン	20.53	4.33	21.1	0.09	0.4	4.42	21.5	－	－

第3.6－5表はアラブ世界諸国における将来のＢａｒ＆Ｒｏｄ生産設備増強計画及び生産予測を示すものである。生産設備増強計画については，一般に刊行されている各資料から得た情報をベースに新聞報道等の最新情報で推定補正したものであり，生産については設備能力に対し過去の稼動率実績を補正，適用して推定したものである。この表によれば，アラブ諸国の保有する生産設備能力は１９８０年で約１６０万ｔ，１９８５年で約３９７万ｔとなり，生産量はそれぞれ約８７万ｔ，約２６８万ｔとなる計画になっている。

しかしながら，仮にこれら諸国の消費水準を１９７７年時点における消費の横這いで推移するとしても，その生産は１９８０年で約２８％，１９８５年でやっと８６％程度の自給率を達成するに過ぎない。

生産水準を設備能力の１００％稼動を維持できるとしても１９８５年に至ってようやく自給が可能となる。しかも，実際には設備能力の１００％稼動を維持することは極めて困難であると考えられるので，アラブ諸国全体としてみた場合に，域内全需要を満して尚かつ供給余力のある純輸出国となるとは考えられない。

従って，１９７７年消費水準が１９８０年代を通じて横這いで推移し，且つ設備増強計画が全て計画通りに完成したとしても１９８５年では，いまだ海外に依存し続けざるを得ないことになろう。

なおアラブ世界諸国における主要なＢａｒ＆Ｒｏｄ生産設備増強プロジェクトは第3.6－6表に示す通りである。

第3.6－5表　Bar＆Rod設備増強及び生産計画

（単位：1,000 METRIC TON）

	1980		1985	
	設備能力	生　産	設備能力	生　産
SAUDI ARABIA	65	40	945	600
ALGERIA	40	40	940	600
LIBIA	17	10	367	320
MOROCCO	60	36	60	36
TUNISIA	165	116	350	240
JORDAN	50	30	50	30
LEBANON	280	–	280	140
SUDAN	60	12	60	12
N.YEMEN	–	–	–	–
S.YEMEN	–	–	–	–
SYRIA	20	10	80	56
BAHRAIN	–	–	–	–
U.A.E	35	18	35	18
IRAQ	400	200	400	280
KUWAIT	–	–	–	–
QATAR	400	350	400	350
OMAN	–	–	–	–
TOTAL	1,592	862	3,967	2,682

第3.6－6表　アラブ諸国における
主要Bar＆Rod設備増強プロジェクト

（単位：1,000 METRIC TON）

	プロジェクト内容	増強設備規模
SAUDI ARABIA	JEDDH MERCHANT BAR WORKS拡張計画	100
	一貫製鉄所計画	800
ALGERIA	一貫製鉄所計画	900
LIBIA	ミスラタ計画	350
MOROCCO	SONASID 計画	400
TUNISIA	EL FOULALADH 社拡張計画	185
SYRIA	増強計画	60
IRAQ	KHOR AL ZUBAIR 立地新規計画	400
QATAR	カタール製鉄所	400

3.6.2 将来の需要と輸出可能性

以上述べたように，アラブ世界全体でみた場合，Ｂａｒ＆Ｒｏｄの消費水準を１９７７年の横這いで推移し，全設備増強計画が計画通り実現できると仮定した場合でも１９８５年までに自給を達成することはできないであろうことをみてきた。

しかしながら，消費水準が１９７７年水準の横這いで推移するとはとうてい考えられない。即ち，今後，世界各国は石油代替エネルギー資源の開発と同時に，一方では新規油田開発にも努力を傾注することになろうと考えられ，当然のことながら，アラブ世界に於ける新規油田開発活動も活発に進められることになろう。このことは産油国を中心とするアラブ諸国に於ける鋼管，Ｂａｒ＆Ｒｏｄの需要の増大をもたらすことを意味しよう。

またアラブ産油国に於ける石油付加価値増大化の動きやポスト石油産業育成政策等の面からの需要増も見込まれよう。

さらに，人口の増加，生活水準の向上に伴う１人当り消費量の伸び，インフラ整備の活発化等からの需要増も予想される。このようにＢａｒ＆Ｒｏｄに対する需要は従来の伸びに比し相対的に早いテンポで伸びていくものと推定されよう。

第3.6－1図は１９７４－７７年に於ける消費伸び実績をトレンド延長の方法により1980，１９８５年に於ける消費を予測したものであり，予測値としては最も控え目なものであろうと考えられる。

この予測値を前提とすると，アラブ世界全体として需給関係は第3.6－7表に示す通り。１９８５年時点に於ても，いまだ消費は供給を大巾に上回り，年間およそ３００万ｔのＢａｒ＆Ｒｏｄを海外から輸入する必要が依然として残っていることを示しており，１９８０年代を通しても輸入の必要性が存在し続けるであろうことを示唆しているとみられる。

第3.6－7表　アラブ諸国のＢａｒ＆Ｒｏｄ需給予測

（単位：1,000 METRIC TON）

	消　費　(A)	生　産　(B)	需給GAP(A−B)
１９８０	4,302	862	3,440
１９８５	5,747	2,682	3,065

以上，アラブ世界諸国の需給の現状及び将来見通しについてみてきたが，１９８５年までにアラブ諸国全体として自給を達成することは不可能であり，１９８０年代を通しても達成

の可能性は少いことが判った。

供給力の増大については，アラブ諸国の設備増強計画が総て計画通りの規模，時期に完成するとは考えにくく，実際には，計画よりはかなり遅れるであろうことを考え併せると，アラブ世界が自給自足を達成することはますます不可能になるであろうとみる方が妥当であるといえよう。このことはアラブ世界が同時期を通して海外からの輸入の必要性が依然として存続することを意味しており，当プロジェクト製品が国際市場価格に対して競争力をもつことが出来るならば，これら諸国に対するエジプトからの輸出可能性は１９８０年代を通して存在し続けるということができる。

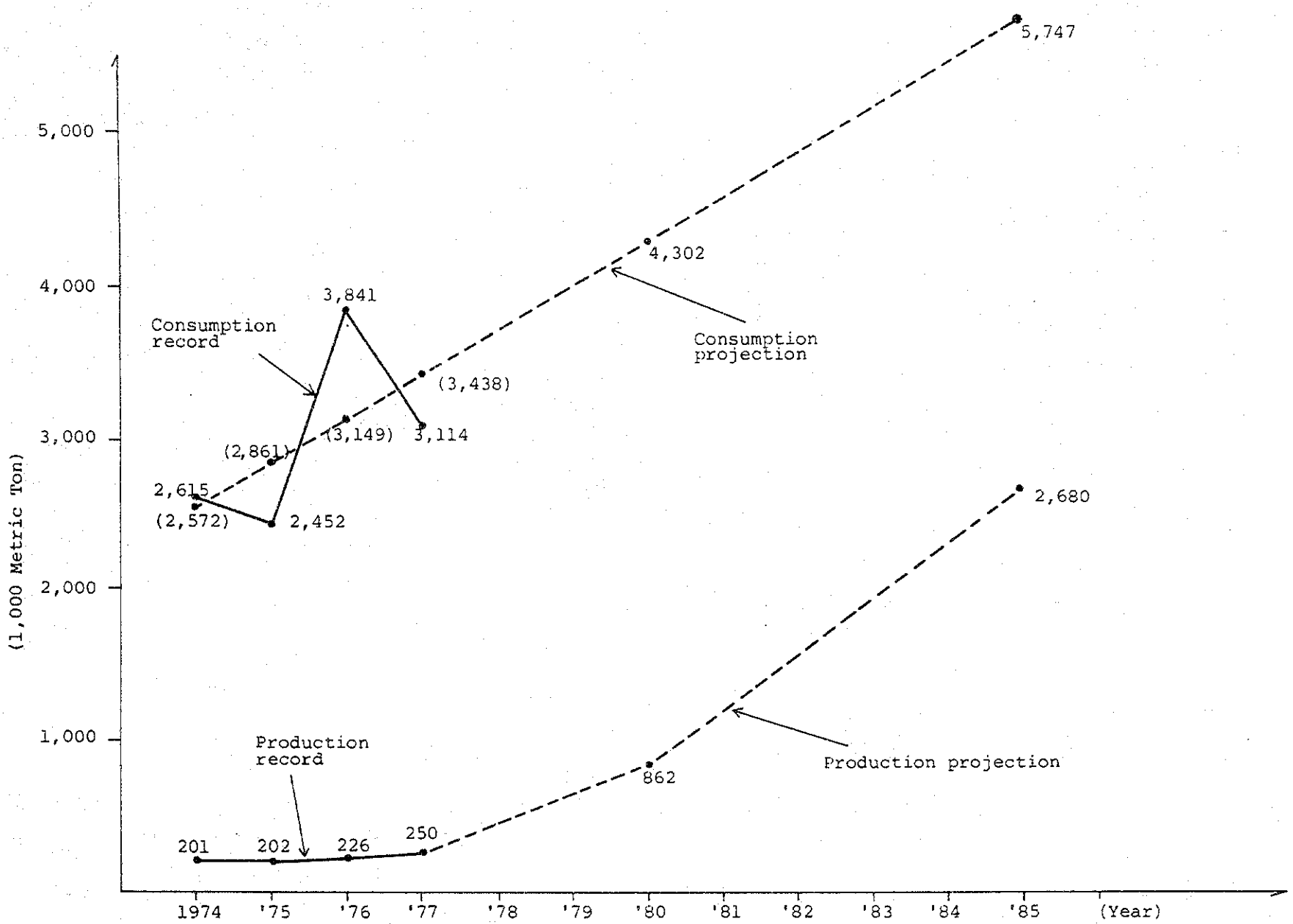


Fig.3.6-1 Consumption and Production Projection of Bar & Rod in Arab Countries

(ANNEX 3-1)

Comparison of Bar and Rod Demand Forecast

(Unit: 1,000 metric ton)

	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92
JICA	624	690	761	837	920	1,009	1,105	1,209	1,322	1,443	1,574	1,716	1,869	2,034
GOFI-ISC*	665	730	805	885	975	1,070	1,180							
ATKINS		642		754			959		1,127		1,321		1,552	
IECO	550	600	657	723	800	879	956	1,041	1,130	1,225				
UNIDO					950				1,310				1,750	
GOFI		743		873			1,110		1,304		1,531		1,798	

* Preliminary report, Integrated Steel Plant Project A.R.E. March 1977

ANNEX 3 - 2

Bar and Rod
Demand and Supply in Arab Nations

	1974					1975					1976					1977				
	Capa-city	Pro-duc-tion	Import	Ex-port	ASC	Capa-city	Pro-duc-tion	Import	Ex-port	ASC	Capa-city	Pro-duc-tion	Import	Ex-port	ASC	Capa-city	Pro-duc-tion	Import	Ex-port	ASC
Saudi Arabia	45	22	310		332	45	22	377		399	45	22	765		787	45	22	640		662
Algeria	40	35	343		378	40	35	290		325	40	44	223		267	40	40	428		468
Libia	17	10	412		422	17	10	386		396	17	10	373		383	17	10	218		228
Morocco	-	-	130		130	-	-	206		206	-	-	262		262	-	-	326		326
Tunisia	165	100	22		122	165	100	15		115	165	110	15		125	165	110	52		162
Jordan	50	25	16		41	50	25	17		42	50	30	37		67	50	30	14		44
Lebanon	280	-	75		75	280	-	45		45	280	-	11		11	280	-	36		36
Sudan	18	9	19		28	18	10	18		28	22	10	16		26	22	10	37		47
N. Yemen	-	-	-		-	-	-	1		1	-	-	4		4	-	-	4		4
S. Yemen	-	-	-		-	-	-	-		-	-	-	-		-	-	-	2		2
Syria	-	-	241		241	-	-	102		102	-	-	249		249	20	10	152		162
Bahrain	-	-	8		8	-	-	8		8	-	-	36		36	-	-	21		21
U. A. E.	-	-	27		27	-	-	90		90	-	-	323		323	35	18	174		192
Iraq	-	-	602		602	-	-	551		551	-	-	269		269	-	-	89		89
Kuwait	-	-	165		165	-	-	94		94	-	-	484		484	-	-	146		146
Qatar	-	-	37		37	-	-	45		45	-	-	44		44	-	-	21		21
Oman	-	-	7		7	-	-	5		5	-	-	4		4	-	-	4		4
Total	615	201	2414	-	2615	615	202	2250	-	2452	619	226	3615	-	3841	674	250	2864	-	3114

ASC: Apparent Steel Consumption

第4章　生産計画

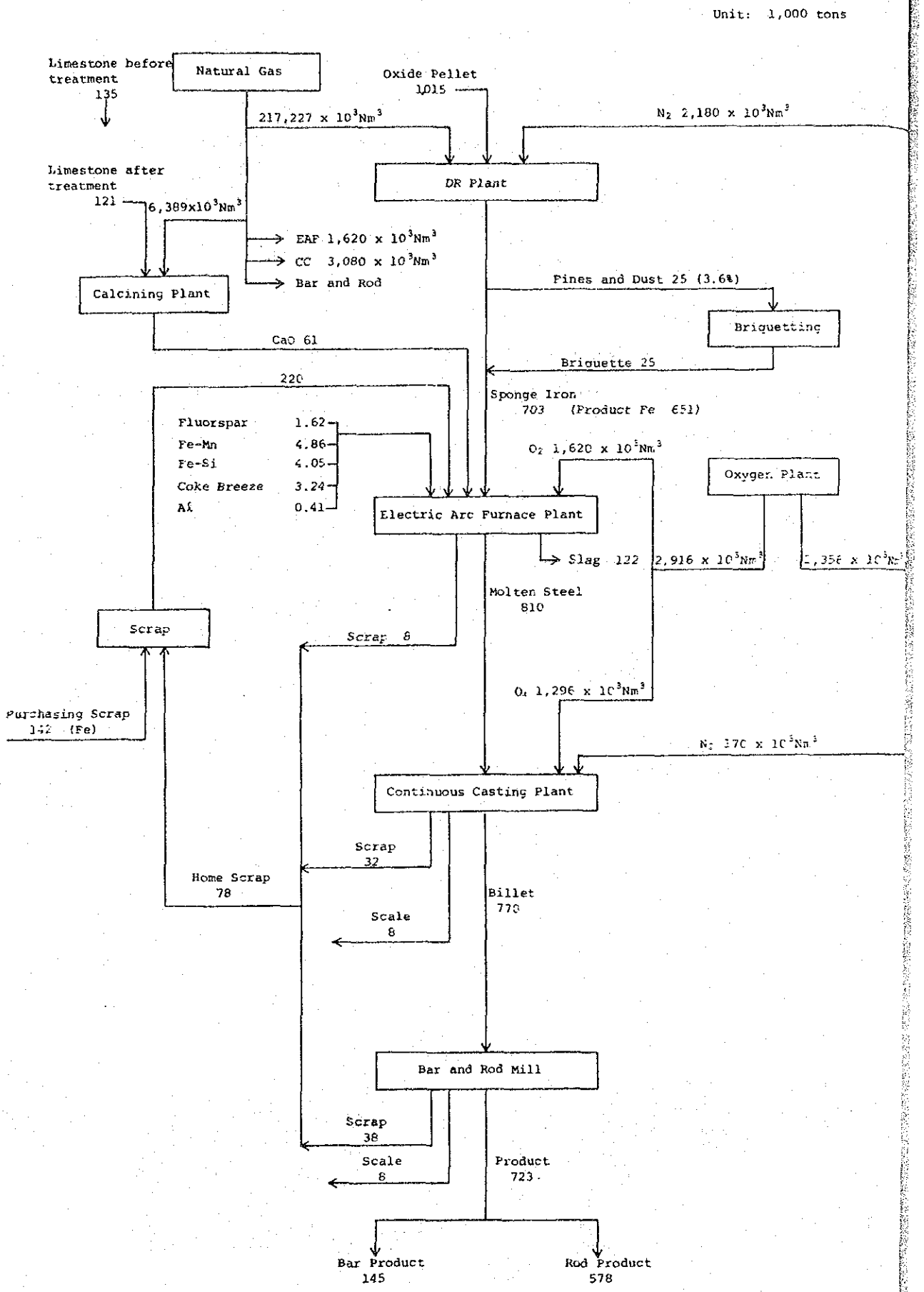
4.1　主産計画およびマテリアル・フロー

本プロジェクトは，Direct Reduction（以下ＤＲと云う）-Electric Arc Furnace（以ＥＡＦと云う）Route の一貫製鉄所を建設して，第３章市場調査 で述べた如く，エジプト国鋼材バランス中最も需給がタイトな，コンクリート・バーを中心とした丸棒の生産を行う目的で計画された。

当初，エジプト政府からの Feasibility Study 調査依頼は，粗鋼ベースで年産 600,000 t，成品ベースで 550,000t 規模の製鉄所であったが，３月ＪＩＣＡミッションが現地で打合せの結果，本プロジェクトが完成する　1983 ～ 1984 年の加速度的に急増する丸棒需要予測から見て，本Ｆ／Ｓは，粗鋼ベース年産 800,000t ，成品で 723,000t の規模で検討することとなった。

採用される Direct Reduction Plant は，現在稼動実績のある容量で最も大きなものとの観点から，公称年産 600,000t 炉を１基設置し，作業努力で安定操業に達した後は 117 % まで増産させることを目標とした。製鋼設備は，70t ／ heat ＥＡＦを４基，その溶鋼の鋳造用に 4 strands ビレット連続鋳造機（以下ＣＣと云う）を３基設置して，年産 800,000t の溶鋼と 770,000t のビレットを生産する。圧延工場は，年産 723,000 t の丸棒を生産する設備として，Bar and Rod の Combination mill を計画した。
基本生産バランス及び所要原料，発生品，製品のマテリアルバランスをＦｉｇ４－１に示す。

Fig.4-1 MATERIAL FLOW



4.2 立上りの生産計画

4.2.1. 主要設備の建設計画

詳細は，第7章で述べるが，本プロジェクトは，製鋼工場がDR Plant 及び Bar and Rod mill の両Plants より3ケ月早く稼動する計画とした。

Bar and Rod mill と製鋼工場の生産がバランスするまでに発生する余剰ビレットは，National metal 及び Delta steel，その他 Steel Mill に販売する計画とした。

4.2.2. 立上りの生産計画

4.2.2.1. DR Plant

立上りから，3 shift 操業を行い，稼動開始後 12ケ月目から Full 操業を行う。稼動から23ケ月目までは，Oxide Pellet のみを使用するが，24ケ月目から，Oxide Pellet 70%，Iron ore 30% の操業を行う計画とした。

4.2.2.2. Steelmaking Plant

稼動開始から，3ケ月は，1 shift，次の3ケ月は2 shift，7ケ月目から3 shift 操業を行い，Full 操業は22ケ月目から行う計画とした。

4.2.2.3. Bar and Rod Mill

Steelmaking Plant より3ケ月遅れて稼動し，2ケ月は1 shift，次の2ケ月は2 shift，5ケ月目からは3 shift を行う計画とした。

21ケ月目から，年産723,000tベースの生産を開始する計画である。

立上りの生産計画を，Table 4－1に，Billet Balance を，Table 4－2に示す。

4.3 各種歩留と諸原単位

Table 4－3に各種原単位と主要設備の原単位を示す。

a. Table 4-1 Start-up Production Program

a) Steelmaking Plant

Plant	Year / Shift / Month	1st Year													2nd Year					3rd Year
		One Shift			Two Shift			Three Shift						Total	Three Shift				Total	Three Shift
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1∿3	4∿6	7∿9	10∿12		1∿12
Molten Steel	T/M	7	10.5	14	21	28	35	42	42	42	46.2	50.4	54.2	392.3	176.4	189	201.6	202.5	769.5	810
	Heats/D	4	6	8	12	16	20	24	24	24	26.4	28.8	31.0	560.4	33.6	36	38.4	38.57	10.993	11.572
Billet	T/M	6.6	10	13.3	19.9	26.6	33.2	39.9	39.9	39.9	43.9	47.9	51.5	375.0	167.6	179.5	191.5	192.5	731.1	770

→ 100%

b) Direct Reduction Plant (Three Shift Work from Start-up)

Plant	Year / Month	1st Year													2nd Year					3rd Year
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	1∿3	4∿6	7∿9	10∿12	Total	1∿12
Sponge Iron	T/M	-	-	-	29.3	29.3	32.2	35.1	38.1	41.0	41.0	41.0	49.78	336.78	158.14	175.75	175.75	175.75	685.39	712.96

→ 100%

Pellet 70%
Iron ore 30%

Sponge TF 92.7% ←→ Sponge TF 91%

c) Bar and Rod Plant

Plant	Year / Shift / Month	1st Year													2nd Year					3rd Year
		One Shift			Two Shift			Three Shift						Total	Three Shift				Total	Three Shift
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1∿3	4∿6	7∿9	10∿12		1∿12
Bar and Rod		-	-	-	5.1	6.8	17.0	23.8	30.6	35.7	35.7	35.7	40.8	231.2	127.5	142.8	158.1	172.45	600.85	723

→ 100%

Table 4-2 Billet Balance Sheet

Unit: 1,000

	1st Year				2nd Year				3rd Year
	1∿3	4∿6	7∿9	10∿12	1∿3	4∿6	7∿9	10∿12	1∿12
Production of Billet	29.9	79.7	119.7	143.3	167.6	179.5	191.5	192.5	770
Billet to be Used by Rolling	-	30.7	95.9	119.4	135.6	151.9	168.2	183.5	770
Balance	29.9	49.0	23.8	23.9/126.6	32.0	27.6	23.3	9.0/91.9	0
Billet for Sale	25.0	45.0	20.0	20.0/110.0	26.0	25.0	23.0	2/74	0
Billet in Works	4.9	8.9	12.7	16.6	22.6	25.2	25.5	32.5	32.5

Table 4-3 Production Yield and Unit Consumption Rates

Plant	Item	Calculation	Yield Figures	Remarks
Direct Reduction	Oxide Pellets Ratio	Oxide pellets / Sponge iron	1.444 t/t of S.P.	Total Fe 92.6%
		Oxide pellets (70%) + iron ore (30%) / Sponge iron	1.436 t/t of S.P.	Total Fe 91.0%
	Natural Gas	Natural gas / Sponge iron	309.0 Nm^3/t of S.P.	
	Nitrogen	Nitrogen / Sponge iron	3.1 Nm^3/t of S.P.	
	Power	Power / Sponge iron	135 KWH/t of S.P.	
	Make-up Water	Water / Sponge iron	1.5 m^3/t of S.P.	
Electric Arc Furnace	Sponge iron	Sponge iron (Fe) / Charged prin. raw materials (Fe)	74.7%	
	Scrap	Scrap (Fe) / Charged prin. raw materials (Fe)	25.3%	
	Molten steel yield	Molten Steel / Charged prin. raw materials (Fe)	93%	

Plant	Item	Calculation	Yield Figures	Remarks
Electric Arc Furance	Power	Power / Molten steel	700 KWH/t of steel	
	Burnt Lime	Burnt lime / Molten steel	75 kg/t of steel	
	Ferro-Alloy	Ferro-alloy / Molten steel	Fe-Mn 6.0 kg/t of steel Fe-Si 5.0 kg/t of steel	
	Oxygen	Oxygen / Molten steel	3 Nm^3/t of steel	
	Natural Gas	Natural gas / Molten steel	2 Nm^3/t of steel	
	Make-up Water	Water / Molten steel	3.4 m^3/t of steel	
	Brick and Refractory	Brick and fefractory / Molten steel	22.5 kg/t of steel	Furnace and ladle
Continuous Costing	Billets	Billets / Molten steel	95%	
	Power	Power / Billets	20 KWH/t of billet	
	Oxygen	Oxygen / Billets	1.6 Nm^3/t of billet	
	Nitrogen	Nitrogen / Billets	0.22 Nm^3/t of billet	
	Make-up Water	Water / Billets	0.5 m^3/t of billet	

Plant	Item	Calculation	Yield Figures	Remarks
Lime Calcining	Burnt Lime	$\frac{\text{Burnt lime}}{\text{Limestone before water treatment}}$	45%	
	Natural Gas	$\frac{\text{Natural gas}}{\text{Burnt lime}}$	105 Nm^3/t of burnt lime	
	Power	$\frac{\text{Power}}{\text{Burnt lime}}$	55 KWH/t of burnt lime	
	Make-up Water	$\frac{\text{Water}}{\text{Burnt lime}}$	1 m^3/t of burnt lime	
Bar and Rod	Products	$\frac{\text{Products}}{\text{Billets}}$	94%	Bar: 92% Rod: 95%
	Natural Gas	$\frac{\text{Natural gas}}{\text{Products}}$	35 Nm^3/t of products	
	Power	$\frac{\text{Power}}{\text{Products}}$	125 KWH/t of products	
	Make-up Water	$\frac{\text{Water}}{\text{Products}}$	1.3 m^3/t of products	

4.4 主要設備の生産能力と稼動率

主要設備の生産能力及び稼動率を Table 4－4 に示す。

Table 4－4 Production Ratio and Plant Availability

Plant	Production Ratio	Plant Availability
Direct Reduction	93.8 t/h, 2,250 t/day	312.5 days/year
Electric Furnace	9.64 heats/day	300 days/year
Continuous Casting	2.2 m/min, 1,144 kg/min	330. days/year
Bar and Rod		
Lime Calcining	150~220 t/day	330. days/year

4.5 拡張計画に対する考察（Stage 2）

Special Committee と JICA 間で3月16日交換したメモランダムでは，現計画粗鋼年間ベース 800,000t，製品ベース 723,000t を，将来 Double Capacity とすることで検討することとした。

上記取決めに従い，Double Capacity，即ち，粗鋼年産ベース 1,600,000t，製品ベース，1,446,000t で，検討を行うとともに，将来の需要予測，投資の最適効果，原料購入事情，Works の敷地状況等を考慮して，Alternative Final Capacity を検討した。後述する検討結果から，当報告では，本 Works の Final capacity は，粗鋼年産ベースで，1,200,000t，製品ベースで，1,088,000t を推奨する。

4.5.1. 需要予測

Bar and Rod の需要予測は，第3章に示す通りである。

Table 4－5 需 要 予 測 （単位 1,000t）

	1983	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92
Total 需 要 ①	920	1,009	1,105	1,209	1,322	1,443	1,574	1,716	1,869	2,034
Existing 生 産 量 ②	250	260	270	270	270	270	270	270	270	270
① － ②	670	749	835	939	1,052	1,173	1,304	1,446	1,599	1,764

一方本プロジェクトの開始時期は，明らかでないが，例えば，本年9月から開始したと想定すると，Steelmaking Plant は 1983年8月，DR Plant および Bar and Rod mill は 1983年11月から稼動開始となる。稼動開始后の生産計画は，Table 4－1に示す如くである。

Table 4－6　　歴年別立上り計画　　（単位：1,000t）

	1983	1984	1985	1986～
Bar and Rod 生産量	11.9	304.3	636.35	723

stage 2 の建設計画を，Stage 1 が完了した翌年，1984年から開始したと想定して，本製鉄所の生産量と需給予測との関係を示したのが，Fig 4－2である。

Fig 4－2では

	建設工期	立上り
Double Capacity	48ケ月	1.5年
Alternative	28ケ月	1年

と推定した。

Fig 4－2で明らかなように，Double Capacity にしても，Bar and Rod の供給は，需要に達しない。更に，1993年以降の需要を考えると，Works 敷地上 Stage 3 の拡張は考えられない。本Works は，Alternative 案 1,088,000t／Yに止め，新たに新計画，立地を検討するのがベターと考える。

4.5.2.　拡張設備計画

Double Capacity と Alternative 案との，設備及び投資比較を，Table 4－7に示す。

4.5.3.　スクラップ購入

Fig 4－3及びFig 4－4に示す通り，スクラップの購入量は，

Double Capacity	284,000t／Y（Fe）
Alternative	0t／Y（Fe）

である。当国の場合，スクラップは全量輸入に，あおがねばならないが，スクラップの輸入は，衆知の如く，価格が安定せず，又，大量の輸入は，スクラップ価格の高騰を招くことになる。従って，計画は出来るだけスクラップの購入を少なくする方がよい。

Alernative Plan は，製鉄所の発生スクラップのみで操業が可能であり，且つ余剰のスポンジアイアン 125,000t／Y は他製鉄所に販売することが可能である。

4. 5. 4. マテリアル・フロー

Fig 4－3 に，Double Capacity の，Fig 4－4 に，Alternative の material Flow を示す。

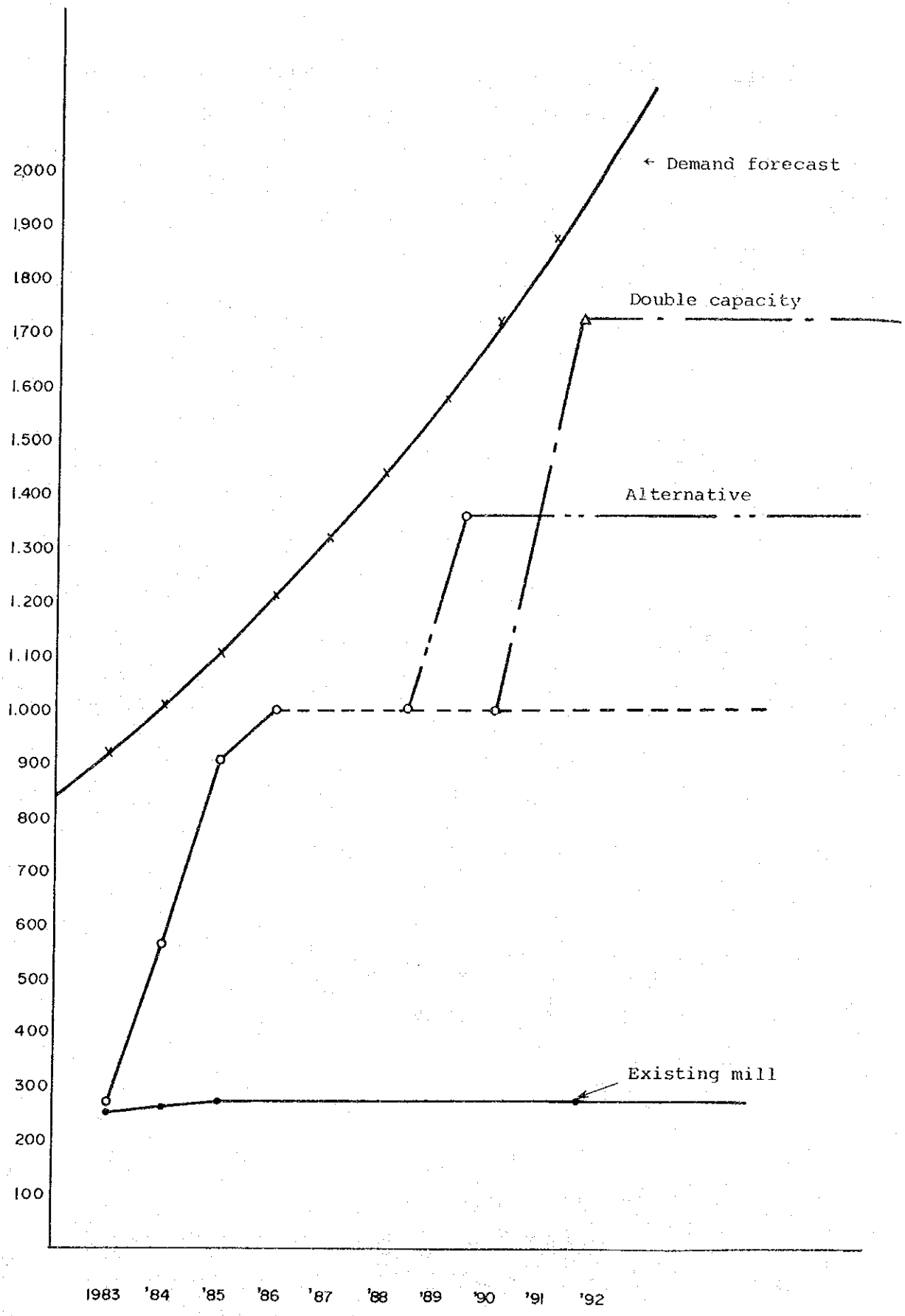


Fig. 4-2 Supply and Demand

Table 4-7 Equipment Expansion Plan

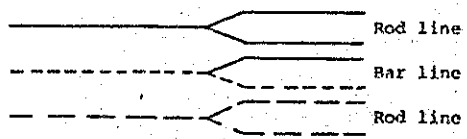
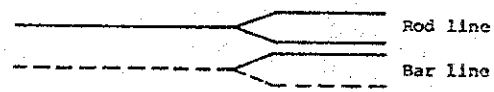
Plant \ Expansion	Double Capacity	Alternative Plan
DR Plant	600,000 t/year x 1 unit	600,000 t/year x 1 unit
Steelmaking	Whole of the same steelmaking plant as that at Stage 1.	70 T/heat EAF x 2 Fc's 4 strands CC x 2 machines
Bar and Rod	Whole of the same bar and rod mill as that at Stage 1.  	Reheating Furnace 1 unit Pougher 1 strand Intermediate 1 strand Bar Finishing 1 strand 
Land Reclamation	As the land must be 650m wide, it will be necessary to reclaim the Lake Maryut and relocate the lake side road to on the lake.	None
Other equipment	Most equipments have to be of double capacity.	Some equipments need reinforcement.
Investment	100%	Approx. 32%

Fig. 4-3 Material Flow for Double Capacity

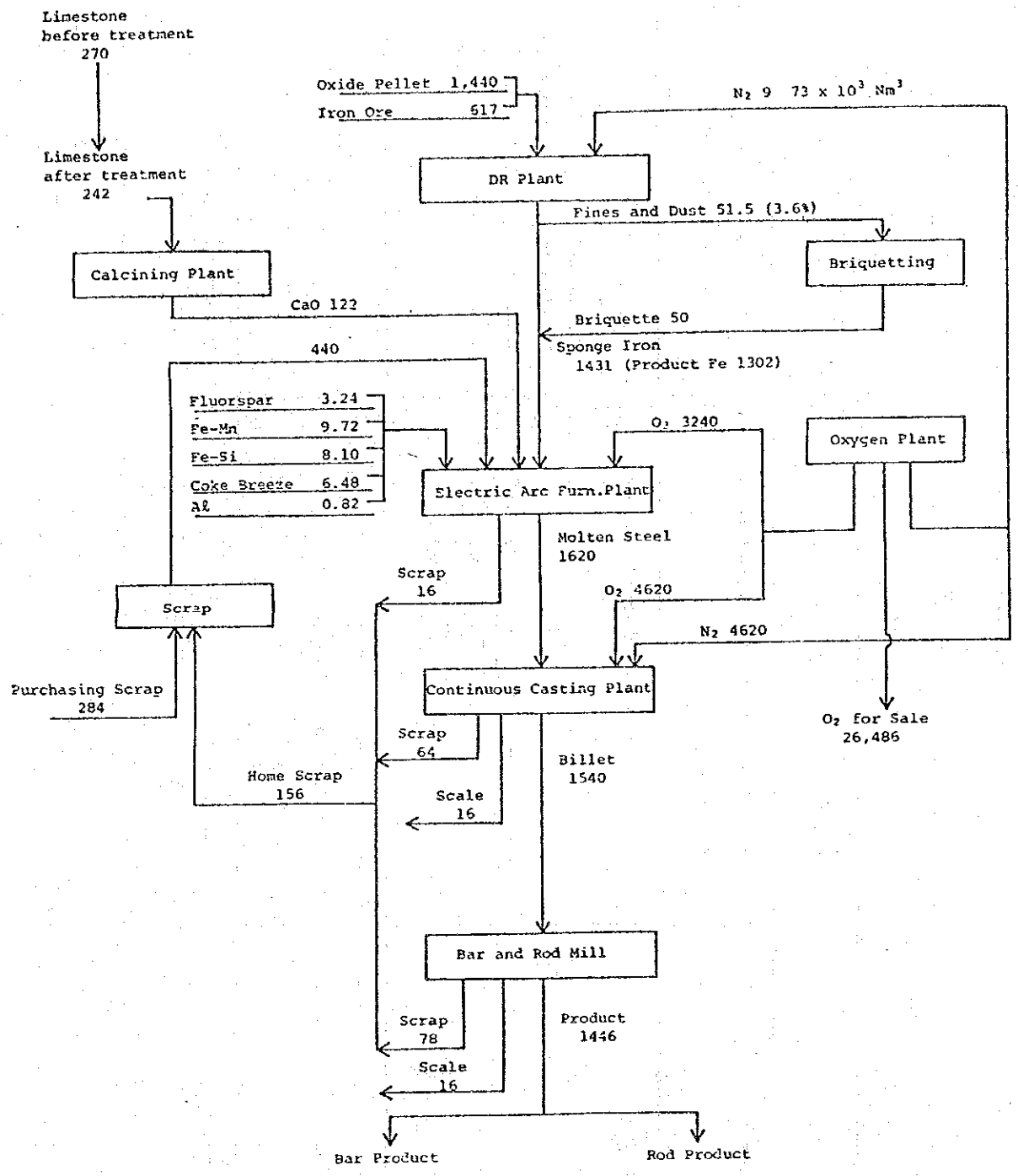
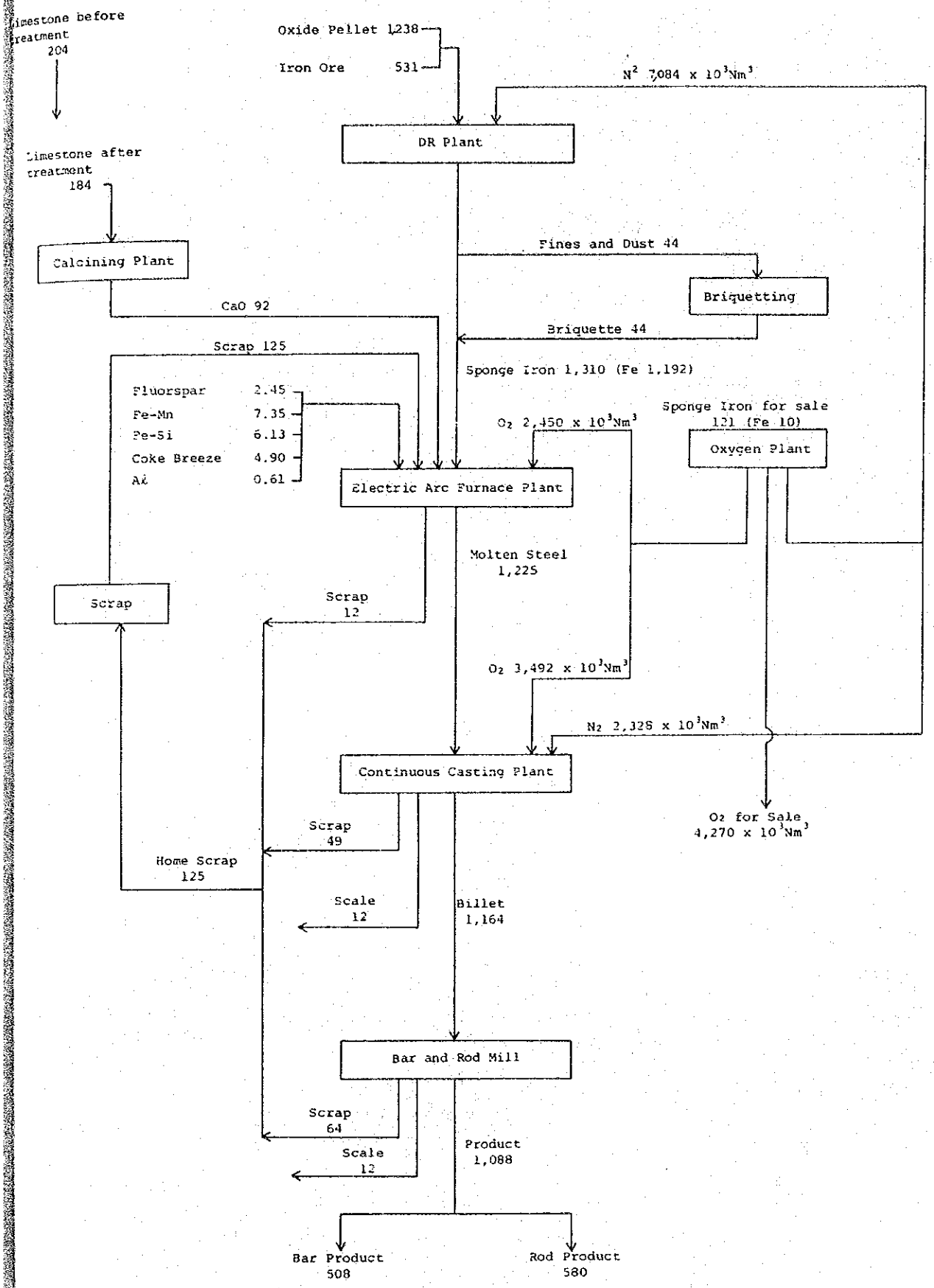


Fig.4-4 Material Flow for Alternative Plan



第5章　原料調達の検討

5.1　鉄鉱石（ペレット，塊鉱）

直接還元プロセスの装入原料鉱石としては，採用されるプロセスに従ってペレット，塊鉱，粉鉱の中から選択されるが，本スタディにおいてはミドレックスプロセスを検討していることから，これに適したペレット及び整粒塊鉱（以下塊鉱とする）の検討を行なった。

いずれの直接還元プロセスを採用する場合でも同様であるが装入原料鉱石としては以下に述べる理由により高鉄分で，低不純分のものが採用されている。即ち，装入原料鉱石に含有された不純分は，除去されないままスポンジアイアンの中に残留し，製鋼段階で，この不純分除去の為に副原料原単位の増加を招き，さらにスラグ量の増加に伴う生産性の低下，電力原単位の増加を引き起こす。

このような各種原単位の増加や生産性の低下を改善するには，スポンジアイアン中の不純分を低下させる以外になく，装入原料自体の品質を厳選する必要がある。

5.1.1.　供給ソース

エジプトではいくつかの鉄鉱床の存在が確認されているが，開発されているのはBahariya地区のみである。

この鉱床は針鉄鉱，赤鉄鉱からなり鉄分52％，水分9％程度の中品位鉱である。現時点では本プロジェクトに供給可能な品質を備えた鉄鉱石は国内では産出されていない。本スタディでは，全量輸入鉱石を調達する前提に立って検討した。

A.　ペレット

現在世界のペレットプラントの生産能力は年間約260～290百万トンである。それらはすべて高炉で使用するペレットの生産を目的として建設され，生産，供給を行なってきた。しかし，最近では安価な天然ガスを還元剤として利用できる国々を中心に直接還元製鉄プラントの建設が増え，その直接還元プロセスに適した装入主原料としてペレットが使用されるようになった。

ペレットは，鉄鉱山で採掘された低品位の鉄鉱石を微粉化し高品位化して焼き固めたもので，直接還元プロセスが要求する高鉄分，低不純分の原料をつくることが可能である。このようにしてつくられたペレット，いわゆる直接還元鉄用ペレットは直接還元プロセスの主要な原料としての地位を確立してきた。

ただ現在まで直接還元用に適した品質のペレットを生産しているプラントは数が少な

い。

その中で世界各地の直接還元鉄プラントに広く供給実績を持ち，かつ信頼性の高いペレットメーカーは，ＬＫＡＢ（スウェーデン），ＣＶＲＤ（ブラジル）の２社である。この他にキャロル・レイク（カナダ），ミンペコ（ペルー），サマルコ（ブラジル）があるがこれらは販売地域が限定されており，主としてアメリカ，カナダ向けである。

一方，高炉用ペレットの供給過剰を背景に直接還元鉄プラント向けにペレット販売を志向し，品質的な検討を行なっているメーカーとしては，Ｂ．Ｈ．Ｐ．（オーストラリア）シドバランジャー（ノルウェー）等があり，また中近東の直接還元鉄プラント向けのペレット生産を計画しているＳＡＭＩＡ（モーリタニア）もある。しかし，本スタディでは実績が無いために検討できないが，これらもプロジェクトの操業開始後には近距離供給ソースとして検討する必要がある。

B．塊　鉱

本プロセスでは粉鉱は使えないが，塊鉱はペレットとの併用が可能である。直接還元鉄プラントではコスト低減の為に低廉な塊鉱の配合を検討しているところが多い。

この塊鉱は世界中の多くの鉄鉱床で産出する。ペレットの項でも述べたと同様に鉱石シッパーもまた新しい需要家となる直接還元鉄プラントに販売することを考えて，そのプロセスに適した品質を有する塊鉱生産の検討やテスト用のサンプル出荷を行なっている。

現在のところ世界各地のミドレックスプロセスに広く販売実績のある塊鉱は，ブラジルのＭＵＴＵＣＡのみである。しかしながら，これまでに実施されたテスト結果によるとオーストラリアのＨＡＭＥＲＳＬＥＹ，Ｍｔ．ＮＥＷＭＡＮも高く評価されている。上記三銘柄以外にもインド，アフリカ等に高品位鉱があり，今後の実績次第ではソースとして検討の対象となる。

5．1．2．輸　送

A．運賃低減の基本的な考え方

荷受人にとって鉄鉱石のような大量撒積輸送の費用（運賃率）を左右するものは，大きく分けて二つある。

一つは，スケールメリットのある大型船での輸送を可能とする大型受入港湾を備えているかどうかである。特に数年来の原油価格の高騰によって船の燃料油（通常バンカー油という）の価格も高騰している状況の中では，船の運航費に占めるバンカー油のポージ

ョンを無視できないため，大型船の小型船に対する運賃差は，相当大きくなっている。二つめは，揚港の立地である。揚切り後のその船型に見合った次航の積取港が遠いか近いか，積荷の獲得チャンスが多いか少ないかによって運賃は左右される。

上記二つの観点からエルディケィラを見ると，現在の港湾計画によれば，水深 20 m であるから 200,000 DWTが満載可能である。一方，立地の面からは，地中海地域の原油積出港で，大型船受入可能港が，数ケ所あるため一応有利な環境に恵まれているといえる。

注）地中海エリアの主な大型船受入可能な原油積出港は以下の通り。

Mersa Al Hariga（リビア）

Zuetina（リビア）

Es sider（リビア）

Arzew（アルジェリア）

Ceyhan Terminal（トルコ）

B．最適船型の選定

(a) 積地港湾

本スタディで検討している鉄鉱石の積地港湾を表 5.1－1 に示す。

表 5.1－1　積地港湾

銘柄	積出港	最大許容船型（DWT）	距離（海里）
CVRD（ブラジル）	ツパロン	260,000	5,719
LKAB（スウェーデン）	ナルビック	160,000 260,000 (シフトベース)	4,304
ハマスレー（オーストラリア）	ポート・ダンピア	160,000	6,291
マウント・ニューマン（オーストラリア）	ポート・ヘッドランド	160,000 (減載ベース)	6,343
ムツカ（ブル）	リオデ・ジャネイロ	60,000	5,988

(b) 市況性

100,000 DWT以上とそれ以下の船型では，運賃格差が大きく，かつ 100,000 DWT以下の船型は，競合する積荷が多種多量あるため市況変動が大きく 100,000 DWT

以下の船型に依存することは，主原料コストを乱高下させることになる。極力安定的な輸送コストを確保するためには，100,000 DWT以上が望ましい。

(c) 配船形態

エルディケィラの位置は，地中海の原油積出港に近いために鉱油兼用船，鉱撒油兼用船の利用が望ましい。世界的に自由に運航しているそれらの船型としては，150,000 ～ 160,000 DWTが比較的多いと考えるので，この船型を利用することが安定的な船腹確保につながる。

また，スエズ運河については，拡張工事により1981年以降は150,000 ～ 160,000 DWTが，満載通行可能となる見通しである。

以上のことから，エルディケィラ向けの最適輸送船型は，100,000 ～ 160,000DWTと考えた。この入着量は本還元鉄プラントの操業規模に照らして，適正と考える。すなわち，定常時，ペレットおよび塊鉱の使用量は，年間約100万トン（月当り約85,000 トン）であるため1.2ケ月分～2ケ月分が入着することになり，この数量は鉱石ヤードの操業，品質管理の面から考えて適正であろう。

C．ソース別配船形態

(a) CVRD

ツバロンからエルディケィラへ輸送後，地中海での原油積取を行なってブラジルに戻るという航海が最も効率的である。

エルディケィラ揚切り後，スエズ運河を経由して，ペルシャ湾にブラジル向けの原油積取りに向かう場合は，スエズ運河通行料によって空船航海日数減によるメリットが相殺され，大きなメリットは期待できない。

(b) LKAB

ナルビックからエルディケィラへ輸送後，地中海（特にチュニジィア以東）の原油積取を行なってロッテルダム地域に向かうという航海が最も効率的である。アルジェリアの場合は，ロッテルダムからの距離とエルディケィラからの距離にほとんど差がなく，メリットはあまりない。

(c) ハマスレー，マウントニューマン

大量に荷動きのある大西洋地域から極東地域向け（主として日本）への鉄鉱石輸送に従事した100,000 ～ 160,000 DWTの鉱油兼用船か鉱撒油兼用船を西豪州へ積取りに行かせ，スエズ運河経由で，エルディケィラに輸送する。その後は，地中海地域

の原油を積取るか，あるいは直接大西洋地域の鉄鉱石か石炭等を積取るかということになろう。

(d) ムツカ

積出港が，小さいために 50,000 ～ 60,000 DWTが最大船型であり，この場合は米国ガルフ地域から南米東海岸で空船となる撒積船を使用するのが最善である。

D. 運賃率

本スタディのための運賃率は，以上のB．C．項に述べた考え方を前提に計算をした。なお，運賃率はその時々の海運市況によって変動するため，今回は長期的な運賃率指標を得る目的で，1978 年新造の 160,000 DWT 鉱油兼用船のコストを基準とした表 5.1－2 を前提として計算した。

実際の運賃率は，時々の市況を反映した形となろうが，長期的には，その振幅の平均値はコスト的な運賃率に近い水準になるものと考える。

表 5.1－2　運賃率算定用前提条件

項　目	前　提　条　件
積　ラ　ン	各積出港における他買主との契約に準拠
揚　ラ　ン	20,000 t／D
バンカー油価格	A重油　US$　200／t C重油　US$　100／t

5.1.3　品　質

すでに本プロセスが要求する品質の概要については述べた。ここでは装入鉱石に要求される品質を数値で示す。装入鉄鉱石が全量ペレットの場合はもちろん，ペレット，塊鉱併用の場合もその平均値がこの数値を満足しなければならない。

化学成分　Fe ＞ 66％，P ＜ 0.05％，S ＜ 0.02％

物理性状　サイズ　ペレット：9 ～ 16 m/m　85％以上

塊　鉱：10 ～ 30 m/m　90％以上

－3 m/m　4％以下

但し，装入時には－3 m/m 粉はスクリーンで除去される。

圧潰強度　200 kg／ペレット　以上

5.1.4. 価　格

A. ペレット

本スタディでは，ペレットの価格を鉄分ユニット・ドライ・メリック・トン（以下UMTとする）当り¢44とした。

現在のマーケット価格は，¢37～38／UMTと異常に低いレベルにある。これは実質的な加工費が¢25～27／UMTを要することは明らかであり原料用粉鉱（ペレットフィード）価格としては¢11～12／UMT程度しか見込んでいないことになる。現在の塊鉱，粉鉱の価格レベルからすれば適正なペレットフィード価格は¢17～18／UMTであるべきで，この差約¢6／UMTを補正し，本ペレット価格は¢44／UMTを採用した。

B. 塊　鉱

現在のマーケット価格を基準にして本スタディ用の塊鉱価格を設定した。

以上5.1.1.～5.1.4.で検討した内容を表5.1.－3に一覧表として添付する。

5.1.5. ソースの選定

本スタディでは，要求品質に適合し，供給について信頼性の高いソースとして2銘柄のペレット，3銘柄の塊鉱をリストアップした。

技術的な側面からは，高品質ペレットの単一銘柄による操業が望ましい。しかし経済的側面からは，着価格の比較検討，並びにリスクの軽減を図るためのソース分散を考慮し，当初2年間の操業には，LKABクラスおよびCVRDクラスの2銘柄を使用する。直接還元プロセスの操業が安定する3年目以降については，コスト低減を図るためにハマスレークラスの塊鉱を30％併用するものと考えた。この場合，塊鉱が10％，ペレットと置換されることによって年間約100$のコストセーブが見込まれる。全量ペレットの場合，および30％塊鉱との併用の場合の化学成分・着価格を表5.1.－4に示す。

表5.1－4　装入原料の想定品位および価格

ケース	原料装入比率			化学成分（％）					CIF価格 (US$/DMT)
	CVRD	LKAB	ハマスレー	Fe	SiO_2	Al_2O_3	P	S	
1	50％	50％	－	67.69	1.165	0.685	0.0195	0.0055	36.25
2	35％	35％	30％	67.252	1.5715	0.9115	0.02865	0.00835	33.07
要求品位				>66.00	－	－	<0.05	<0.02	－

注　化学成分，価格とも装入原料の加重平均値

表 5.1－3　鉄鉱石購入検討銘柄

銘柄	鉱種	化学成分(%) Fe	SiO_2	Al_2O_3	P	S	(%) H_2O	m/m % サイズ・強度	積出港	最大許容船型(DWT)	DRYベース($/MT) FOB	Frt	($/MT) CIF	備考
CVRD (ブラジル)	直接還元用ペレット	68.10	0.90	0.84	0.026	0.005	2.0	min 8－18 90 max －5 4 (圧潰強度 350Kg/ペレット)	ツバロン (Tubarao)	260,000	29.96 (¢44/UMT)	7.33	37.29	使用実績良好
LKAB (スウェーデン)	直接還元用ペレット	67.82	1.43	0.53	0.013	0.006	2.0	5－16 min 91 +16 max 6 －5 max 3 (圧潰強度 250Kg/ペレット)	ナルビック (Narvik)	160,000 (260,000 シフトベース)	29.84 (¢44/UMT)	5.37	35.21	使用実績良好
マウントニューマン (オーストラリア)	塊鉱	66.50	1.6－2.1	1.4	0.04	0.01	3.0	+30 max 4 －6 max 7	ポートヘットランド (Port Hedland)	160,000 (足切り)	17.96 (¢27/UMT)	9.99	27.95	テスト結果良好
ハマスレー (オーストラリア)	塊鉱	65.60	2.52	1.44	0.050	0.015	2.0	+30 max 0.3 －6 max 2.5	ポートダンピア (Port Dampier)	160,000	16.40 (¢25/UMT)	9.24	25.64	テスト結果良好
ムツカ (ブラジル)	塊鉱	69.0	0.5	0.9	0.02	0.005	3.6	+6 95	リオデジャネイロ (Rio de Janeiro)	60,000	19.32 (¢28/UMT)	1.128	30.60	使用実績良好

注：DR用ペレットの生産能力　CVRD 5,000,000 t/Y（'78年使用実績 1,800,000 t）
LKAB 3,000,000 t/Y（'78年使用実績 1,400,000 t）

5.2 スクラップ

5.2.1. 供給ソース

国内屑は，現在でも国内メーカーの需要を満たしておらず，輸入屑と自家発生屑にたよらざるを得ない。輸入屑は，製鉄所の位置からして北欧を除くヨーロッパ屑および黒海沿岸積のソ連屑も考えられるが，ヨーロッパは本来スクラップの需要地であり，需給緩和時でないと手当できない。またソ連屑もソ連の鉄鋼生産動向に左右されて供給が不安定である。輸入屑の大きなソースとしては，まず世界各国に輸出している米国がある。また，日本，韓国および東南アジア等に輸出しているオーストラリアもソースと考えられる。距離的に近い中近東もソースとして魅力があるが，未処理屑が多い，危険物混入の恐れ，製鉄プロジクトを持つ国々での輸出禁止の可能性，また供給能力も大きくない等の問題点がある。したがって米国を主力ソースとし，オーストラリア，中近東を副次的ソースとして考えた。

5.2.2 品 種

電炉操業上の安定性と輸入屑の供給，品質の安定性から№1ヘビー屑，№2ヘビー屑（米国屑規格）を考え，更に荷揚げやハンドリングの容易さからシュレッダー屑も考慮に入れた。

5.2.3 輸 送

一般的なソース別輸送船型は表5.2－1に示す通りである。

表5.2－1 ソース別輸送船型

ソース	船種	船型（DWT）
米国	一般貨物船	15,000 ～ 30,000
	スクラップ専用船	20,000 ～ 25,000
オーストラリア	スクラップ専用船	18,000 ～ 23,000
中近東	一般貨物船	10,000

本スタディでの適正船型をシッパーがオッファーしてくるスクラップのコンサインメントから20,000 ～ 25,000 DWTとする。

輸入スクラップでは荷揚げ効果が，海上運賃とコスト面に大きく影響する。荷揚げ効率の良いスクラップ専用船は，マグネット付クレーンと発電機を備えセルフアンローディングが可能である。しかし，ほとんどが太平洋に就航しており，また極めて隻数が少ないので，

量的に安定確保することに不安がある。したがって専用バース，ショア・クレーン，マグネット，油圧式グラブ，発電機，シューター，荷繰り用バックホー等の設備が必要である。

5.2.4 価 格

スクラップの価格は，景気動向や需給動向によって大きく左右される。

オイル・ショックのあった1973年末以降の期間をとってみても，米国屑のＦＯＢ価格は，№1ヘビー屑（東海岸）でＵＳ＄56 ～ 160の間を変動している。

本スタディでは最近6ケ月間（1978年10月～1979年3月）の平均ＦＯＢ価格US$120を採用した。なお，№1ヘビー屑と№2ヘビー屑の価格差は，ＵＳ＄3，シュレッダー屑は，№1ヘビー屑と同一価格とした。また購入比率は，№1ヘビー屑とシュレッダー屑を80％，№2ヘビー屑を20％とした。20,000 ～ 25,000ＤＷＴクラスの運賃は，マーケットによる変動幅が大きくオイル・ショック以降米国東海岸から日本までＵＳ＄13.50 ～ 50（米国東海岸からエジプトまではＵＳ＄11 ～ 46程度と想定される）の間で動いている。この値は過去6ケ月間の平均でＵＳ＄23.60であり，本スタディでは米国東海岸からエジプトまでをＵＳ＄20と想定した。

なお，1日当りの荷揚げ効率は2,000トンを前提とした。

5.3 副 原 料

5.3.1 フェロシリコン

フェロシリコンは，エジプト国内においてＫＩＭＡ社により年間4,000トン程度生産されており現在増産計画がある。本スタディでは全量国内調達するものとした。

5.3.2 フェロマンガン

エジプトには，現在フェロマンガンを生産するメーカーが存在しない。本スタディでは海外ソースを購入対象とした。なお新規計画の検討がなされているが，生産が開始された時点で供給ソースとして検討する。フェロマンガンは，フェロシリコンに比較して電力費の占める比率が低く，鉱石代の占める比率が高い。したがって鉱石産出国および安価に鉱石を入手できる国がコスト競争力を持っており，主要ソースになっている。フェロマンガンの主要ソースを表5.3－1に示す。本スタディでは，ヨーロッパ大西洋岸諸国からの調達を想定した。

価格は，米国の市況に左右される傾向があり，ここでは，1978年後半6ケ月間の数字をベースに算定した。

調達に際しては価格高騰時の供給不安，タイミングのよい船腹スペース確保の困難等の問題がある。したがって供給，価格の安定を確保するために供給ソースを2つ以上とし，かつその1つとは有効期間1年以上，要購入量の50％程度の購入契約を結ぶべきである。その選定に当っては供給国の国情，供給メーカーの信頼性等を考慮すべきである。

表5.3－1　フェロマンガン購入検討ソース

国名	生産能力（推定）	輸出可能量（推定）	特徴
	t／Y	t／Y	
ノルウェー	380,000	350,000	デリバリーが安定
フランス	370,000	170,000	デリバリーが安定 鉱石手当有利
スペイン・ポルトガル	230,000	110,000	距離が近く，価格的に有利
インド	170,000	100,000	鉱石産出国 デリバリーが不安定 輸出規制のおそれあり
ブラジル	120,000	50,000	鉱石産出国

5.3.3　螢石

現在国内物で内需のかなりの部分を満たしている。本プロジェクトの所要量についてもある程度は供給可能と思われるが，本スタディでは全量輸入するものとした。

海外ソースとしては世界各国に輸出し，供給力の大きいタイ，中国があるが本プロジェクトにとっては距離的に近いスペイン，イタリアが有利でありこれらを購入対象ソースとした。

本プロジェクトの場合，年間消費量が1,600トン程度の小量であり輸送上の荷姿，コンサインメントをどのようにするかで着価格に大きな差が生じる。本スタディではハンドリング，ヤードの状況を加味し麻袋詰めによる300トン程度のコンサインメントとした。この場合，船は定期船となり，約1トンのパレット積のパッキングが必要である。このパッキングコストとしてUS$ 90／トン（日本ベース）を織込んだ。なお，撒積の場合のコンサインメントは約2,000トン前後であり，この数量は本プロジェクトの15ケ月分以上の使用量に相当し種々の面から得策ではない。

5.3.4　石灰石

アレキサンドリア周辺には，良質な石灰石の賦存が確認されており，採掘も数