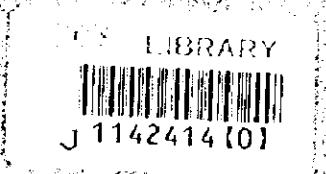


アルゼンティン国  
HIPARSA社再活性化計画  
予備調査  
報告書

1998年1月

国際協力事業団



鉦調工
JR
98-009

アルゼンティン国  
HIPARSA社再活性化計画  
予備調査  
報告書

701  
66  
17







1142414 (0)

アルゼンティン国HIPARSA社再活性化計画予備調査  
報告書 目次

I. プロジェクトの概要	
1. 要請の背景	1
2. 調査団派遣に至る経緯	1
3. 調査団派遣の目的	2
4. 予備調査の概要	2
5. 調査・協議結果	3
6. 団長所感	9
7. その他	11
II. 政治・経済状況	
1. 概況	12
2. アルゼンティンの鉄鋼業	13
III. アルゼンティン国鉄鋼業の現況	
1. 鉄鋼需要の見通し	19
2. 工業開発状況	25
IV. 旧HIPASAM (現HIPARSA) 社の現状	
1. 鉄鉱山の現況	22
2. 採鉱・選鉱の問題点及び留意点	27
3. ペレット工場の現況	35
別添：Scope of Work	68
Minutes of Meeting	83



## I. プロジェクトの概要

### 1 要請の背景

ブエノスアイレス南方のリオネグロ州に位置するHIPASAM社(Hierro Patagonico de Sierra Glande Sociedad Anonima Minera)社は、1971年に中央政府(国防省)所管の国営企業として、国内製鉄所向けペレットの生産を開始したが、選鉱プラントにおいて鉄鋼石中のリン分の除去が適切になされなかったこと、ペレタイジングプラントが定格通りに稼働しなかった等の理由により所期の生産量を達成できず(生産能力200万トンのところ30~50万トン)、1991年5月に操業を停止した。その後1993年8月同社はリオネグロ州に移管され、同州が設立したHIPARSA社(Hierro Patagonico Rionegro, S.A)が設備のメンテナンスにあっている。

リオネグロ州政府は、他に際だった産業のない同州における雇用の創出、投下資本の有効活用といった観点から同工場の操業再開を目指しており、再建策の一環として同州で産出する天然ガスを利用してペレットよりも付加価値が高く、輸出可能性のある熱間固形鉄(HBI)を生産することを検討している。

かかる背景から1996年10月「ア」国政府は、我が国に対してHBIの生産可能性に重点を置いた旧HIPASAM社の活性化にかかるF/Sの実施を要請した。

### 2 調査団派遣に至る経緯

上記要請を受け1997年7月16日~31日にプロジェクト形成基礎調査団を派遣し当該案件の背景及び工業開発計画における位置付け等を確認し、開発調査案件の形成に向けて必要な情報を収集した。また、併せて先方関係機関と調査内容に関する協議を行った。協議内容は概要以下の通りであった。

- 上述の通り、リオネグロ州政府は、他に際だった産業のない同州における雇用の創出、投下資本の有効活用といった観点から旧HIPASAM社工場の操業再開を目指している。
- 既に、先方に対し、民間企業2社が旧HIPASAM社の活性化のための提案を行っている。
- また、調査対象工場である旧HIPASAM社はパタゴニア地域に立地しているが、現在アルゼンティン政府は、人口やインフラがブエノスアイレスを含むパンパ地域の周辺地域へ集中しているため、周辺地域の振興に力を入れており、特にパタゴニア地域に対しては地域開発のための法律が整備されているとのことである。

○上述の旧HIPASAM社を取りまく現状と共に、先方より、当調査を当方へ依頼する理由に関し以下の通り述べられた。

- 1) 民間企業による調査とは異なる中立的な調査への期待。

- 2) 権威のある機関による調査が民間企業の投資を結果的に招く可能性が高いという期待。
- 3) プラント建設当時から日本企業の関与が大きいという歴史的経緯。

○過去の民間企業による調査がいずれも部分的にとどまっていることに鑑み、可能な範囲で包括的な調査を行いIHHPASAM社の活性化計画を策定する意義は大きいと考えられる。

標記調査団の帰国後、帰国報告会において上述の調査団所見が承認され、本件開発調査が平成9年度案件として採択された。これを受け、今回の予備調査では、本案件に関する枠組みに関する詳細な協議及び情報収集を行うことを主たる目的として実施する。また、可能な場合S/Wの署名まで行うこととする。

### 3 調査団派遣の目的

- (1) 本格調査の枠組みに関する合意の形成
- (2) 本格調査実施上に必要な詳細に関する協議と合意形成
- (3) その他、本格調査を有効かつ効率的に薦めるための各種情報収集
  - ・ IHHPASAM社の設備の現状視察 (コンサルタント)
  - ・ その他

### 4 予備調査の概要

#### (1) 調査団構成

- |                |       |                              |
|----------------|-------|------------------------------|
| 1) 団長・技術協力行政   | 渡辺 政嘉 | 通産省経済協力部技術協力課課長補佐            |
| 2) 鉄鋼産業        | 清水 篤人 | 通産省基礎産業局鉄鋼課課長補佐              |
| 3) 開発調査        | 稲村 次郎 | 鉱工業開発調査部工業開発調査課課長代理          |
| 4) 製鉄技術        | 萩野 瑞  | 国際協力事業団国際協力専門員               |
| 5) 調査企画        | 吉田 英之 | 鉱工業開発調査部工業開発調査課              |
| 6) 鉄鉱山 (採鉱・選鉱) | 結城 方  | 海外貨物検査株式会社 (11/3～11/22)      |
| 7) ペレット製造      | 金子伝太郎 | 株式会社環境工学コンサルタント (11/3～11/22) |
| 8) 通訳          | 武井 光子 | (財)日本国際協力センター                |

#### (2) 調査日程

(コンサルタント団員・通訳団員)

- |            |                        |
|------------|------------------------|
| 11月 3日 (月) | 東京発                    |
| 4日 (火)     | アルゼンティン着               |
| 5日 (水)     | JICA事務所打ち合わせ、リオネグロ州へ移動 |
| 6日 (木)     | IHHPASAM社にて調査          |
| 7日 (金)     | 〃                      |
| 8日 (土)     | 〃                      |
| 9日 (日)     | 資料整理                   |
| 10日 (月)    | IHHPASAM社にて調査          |
| 11日 (火)    | 〃                      |
| 12日 (水)    | ブエノスアイレスへ移動            |



(団長以下官団員5名)

11月11日(火)	東京発
12日(水)	アルゼンティン着(コンサルタント団員・通訳団員合流)
13日(木)	日本大使館表敬、JICA事務所打ち合わせ、アルゼンティン外務省、経済公益事業省表敬
14日(金)	経済公益事業省、HIPARSA社との協議
15日(土)	団内打ち合わせ・資料整理
16日(日)	資料整理
17日(月)	経済公益事業省、リオネグロ州、HIPARSA社との協議
18日(火)	経済公益事業省、リオネグロ州、HIPARSA社との協議 実施細則・協議議事録の署名
19日(水)	シデルカ社訪問
20日(木)	日本大使館報告、JICA事務所報告 アルゼンティン発
21日(金)	
22日(土)	日本着

## 5 調査・協議結果

調査は順調に行われ、HIPASAM社としてペレットの生産を行っていた当時の操業上の問題点をおおよそ把握するとともに、実施細則・協議議事録を合意・署名することが出来た。協議の概要については以下のとおり。なお、アルゼンティン側の申し入れにより実施細則及び協議議事録のスペイン語版を作成することとなった。このため、実施細則及び協議議事録の最後に「実施細則(協議議事録)は英語及び西語で作成し、翻訳に関し疑義が生じた場合は、英語を優先する。」旨の表現を追加した。

### ・調査の枠組みについて

日本側より実施細則(案)、協議議事録に別添の「調査の流れ図」等を基に、日本側が想定する調査の枠組み及び調査スケジュールについて説明を行った。アルゼンティン側より大きな異論はなく、協議は順調に行われ、調査の枠組み及び調査スケジュールについて合意に至った。なお、調査の流れについては、先行した結城・金子団員の調査結果を反映し、選鉱試験をHIPARSA社側が実施する等、若干の変更を行った。

### ・プロジェクト名について

アルゼンティン側より、プロジェクトタイトルに「feasibility」との語句の追加及び「Ex-HIPASAM」ではなく「HIPARSA」への変更を行うように申し入れがあった。理由として、今回の調査は再建の「可能性」を検討することが目的であり、また、当該工場は現在リオネグロ州が所有するHIPARSA社が所有していることをアルゼンティン側は挙げた。協議の結果、

アルゼンティン側の希望どおりに語句の追加・変更をすることとして、新しいタイトルを「The Study on the Feasibility for Reactivation of HIPARSA in Argentine Republic」とした。なお、これに従い、実施細則の本文中のタイトル名等について、同様に変更を行った。

・鉄鉱山に関する調査について

現地調査において、HIPARSA社から鉄鉱山に関する資料を入手し分析した結果、採鉱コストが大きく、プロジェクトの採算性を左右することが判明した。プロジェクトの採算性を向上させるために、採鉱コストを低減することが重要になると判断され、実施細則に当該部分を追加することを日本側から提案し、合意を得た。(Scop of the Study 7-1)

・焼結フィードの取り扱いについて

当初日本側は再建方法の1つとして、焼結フィードとしての販売を想定していたが、現地調査の結果、採鉱コストが高いため、焼結フィードとしての販売は採算コストが引き合わないことが判明した。このため、調査対象から外すことを日本側から提案し、合意を得た。

・Undertakingについて

アルゼンティン側から、アルゼンティン側Undertakingの冒頭に技術協力協定に基づき本格調査団に特権供与を行うとの文を追加したい旨の要請があった。JICA事務所に確認したところ過去に同様の文を追加した例があり、追加することに問題がないと判断されたため、アルゼンティン側の申し入れを受け入れた。

以上の点について、実施細則を変更した。また、以下の点について協議議事録にとりまとめた。

・HIPARSA社の民営化計画及び報告書の活用について

アルゼンティン側から、今回の開発調査において最も有望とされた再建計画に基づき、HIPARSA社の民営化のための国際入札を実施するとの説明があった。その際、鉱山・選鉱プラントとベレットプラントを分離して入札を行わず、一体のものとして入札を行うとの説明があった。また、現在採鉱されていない北及び東鉱床の採掘権についても入札の対象に含まれるとのことであった。(協議議事録上の書きぶりについては、アルゼンティン側の協議

参加者間で思惑に違いがあり、「リオネグロ州政府は調査終了までHIPARSA社の資産の処分ための交渉もしくは行動を行わないことを約束した」との文言が最終的に含まれることとなった。）

・再建築実施に当たっての優遇措置について

HIPARSA社の民営化の際の税金等に関する優遇措置について、アルゼンティン側は、鉱山投資法に規定される各種の優遇措置を今回のプロジェクトについても適用するとの説明を行った。鉱山投資法に規定される優遇措置として、(1)採鉱・分析試験にかかる経費の優遇、(2)F/S提出時の関税・所得税・外国送金等にかかる制度を、提出時から30年間にわたり(税率等に変更があっても)適用すること、(3)資本財、関連インフラの特別償却等があるとの説明があった。通常の優遇措置のみでは財務収益率が悪い場合には、追加の措置の採用を検討するとの説明があった。

講義議事録上の書きぶりについては、今回のプロジェクトに対する追加的な優遇措置については、今回の調査の中で調査団として検討することとし、調査の結果採算性が低いとの結論がでた場合に採択を検討するとの、文言で合意した。

・選鉱テストについて

HIPARSA社で生産するペレット等の商品性を高める一環として、選鉱方法を改良しリン分の残留濃度を低くする方法の検討を本格調査において実施することを双方が合意した。日本側は当初、日本国内で実施することを検討していたが、現地調査の結果、HIPARSA社には多くの選鉱テスト用の設備があり、また、技術者も確保していることが判明したため、アルゼンティン国内で実施することが可能であるとの判断に至った。日本側から、本格調査団の選鉱技術者の指導のもと、HIPARSA社が自社の技術者により選鉱テストを実施することを提案したところ、アルゼンティン側は日本側の提案に合意した。

また、費用については、HIPARSA社側の技術者の人件費、テスト機材の運転費(試薬及び電気代等)については、アルゼンティン側で原則負担することとした。

しかしながら、HIPARSA社には、新しい選鉱方法の技術情報及び薬品類が不足しており、調査を円滑に進めるためには本格調査団において選鉱方法の指導を行うとともに、必要な薬品を日本側が準備する必要があるものと思われる。また、HIPARSA社が所有する磁選機の処理能力が、浮選テストで

必要となる量の鉱石を処理できないことから、磁選機をHIPARSA社が一時的に他の組織から借用することが必要となっている。調査団が帰国後必要となる磁選機の仕様及び試薬等の種類を事務所経由で連絡することとなっており、その仕様に基づいてHIPARSA社がアルゼンティン国内で調達可能であるかを確認することとした。

・ステアリングコミッティ

実施細則署名の3者からの参加者を中心として構成するが、旧HIPASAM社がペレットを納入していた旧SOMISA社（現SIDERAL社）を中心とする鉄鋼産業は当調査に深い関係を持っていることから、経済公益事業省工業庁に関しても参加するよう日本側が提案し、アルゼンティン側も合意した。（別途工業庁と協議した際同様の依頼を行ったところ、工業省は参加を承諾した。）

・HIPARSA社の抱える負債について

旧HIPASAM社の抱えていた負債は、同社の連邦政府から州政府への移管に伴い分離されていることは97年7月のプロ形時に確認されているが、今回の調査においてHIPARSA社の抱えている負債についても、民営化時には州政府に移管され、今回の調査における財務分析において考慮する必要のない旨の説明があった。

・HIPARSA社所有の資産について

HIPARSA社の所有する選鉱機、ペレットプラント等の資産の財務上の評価については、帳簿上の数値を前提として、調査における財務分析を当初進めることで双方合意した。現在の簿価は実際よりも相当低く評価しているが、財務分析の結果によっては、さらに評価額を下げて良いとの発言があった。

・学校・病院等の社会サービスの取り扱いについて

旧HIPASAM社時代は、学校・病院等の社会サービスを同社が直接経営していた。それら社会サービスの同社からの切り放しを確認したところ、アルゼンティン側から、既にリオネグロ州が学校等の支出を負担しており、今回の調査ではそれらの負担を考慮する必要はないとの説明があった。

・鉄鉱山の採掘量等の評価

鉄鉱山の採掘量等の評価については、ボーリング等の新たな調査は行わず、

既存の資料の分析のみにて行うことを合意した。また、アルゼンティン側から、HIPARSA社が所有する北側及び東側鉱床（HIPASAM社時代に採掘していたのは南鉱床）についての調査を実施してほしいとの要望がなされた。HIPARSA社の民営化のための入札を行うに当たり、その所有する資産を全て評価する必要がある、今回の調査の報告書で触れられることをアルゼンティン側は希望している。

本格調査においては、鉱山の現状調査及び改善策の検討のために鉱山の専門家が参加する予定であり、アルゼンティン側が作業の大部分を行い、日本側がそのレビューを行う程度の作業は、当該専門家の作業量を著しく増やすことなく実施できると判断されたところ、その旨協議議事録に記載した。

#### ・HBIの製造プロセスについて

粉体鉄鉱石からHBIを製造する技術を有するドイツのルルジュ社が、HIPARSA社の鉱山から産出する鉱石を使用したHBI製造テストを実施した経緯があり、HIPARSA社として当該製造プロセスを再建のための重要なオプションとして考えている節が見受けられた。しかしながら、当該製造プロセスについては、実験室レベルの実績しか無く、商業規模の炉の稼働実績は現在までないため、調査のために必要となる知見及び情報を日本のコンサルタントが有しておらず、調査の対象としてふさわしくないものと判断された。

このため、日本側からHBIの製造プロセスの選択に当たり、商業炉の実績がある製造工程のみを検討の対象にするよう申し入れ、合意を得た。

#### ・アルゼンティン当事者間の調整について

本件調査に関してアルゼンティン側には連邦政府、州政府、HIPARSA社の3つの組織が関係している。連邦政府は本件の取りまとめ組織であるものの、HIPARSA社はリオネグロ州政府の所有下にあり直接の指示権はない。過去に連邦政府と州政府の間で同社の民営化に関し思惑に違いがあり、現在においても連邦政府として州政府をコントロールできていないとの判断がある模様である。

また、日本と異なり、州政府に大きな権限がある模様で、本件の実施に当たり連邦政府と州政府の間でUndertakingの分担について、文書を取り交わしたとの説明があり、同内容をアルゼンティン側の希望により協議議事録に記載した。

以下の点については、アルゼンティン側との実施細則の協議の際に話題と

なったが、協議議事録には記載しなかった。

・メルコスール（南米南部共同市場）との関係について

1995年にブラジル、アルゼンティン、パラグアイ、ウルグアイの4カ国によるMERCOSURが設立されており、1999年にはMERCOSUR域内関税をゼロにする計画がある。今回の調査の前提条件として、これらの計画を踏まえたものにして調査を進めるかどうかの判断をアルゼンティン側に確認したところ、原則その方向で了解を得た。しかしながら協定どおりの関税撤廃が円滑に進むかどうかは十分に注意する必要がある、本格調査の段階で十分な対応が必要になるものと考えられる。

・調査期間について

協議議事録添付のスケジュールに従い日本側から説明を行ったところ、アルゼンティン側から調査期間を短縮できないかとの希望が出された。日本側から本件調査は2回の現地調査を予定しており、期間の短縮は困難であることを説明したところ、それ以上の要望はなされなかったが、州政府がHIPARSA社の設備維持のために大きな支出を行っていることを考慮すると、調査期間の短縮を再度アルゼンティン側が希望することが考えられる。

・港湾整備について

HIPARSA社の再建のための選択肢として、ブラジル等からリン分の少ないマグネタイトを輸入し、リン分の高いHIPARSA社の鉱石と混ぜることが想定されていた。しかしながら、日本側の調査により、リン分の低いマグネタイト鉱石を安価にかつ継続的に確保することは困難であり、また、港湾設備の改造費用が多額になることが判明した。この事をアルゼンティン側に説明したところ、アルゼンティン側は日本側の説明を了解し、調査の対象から外すことを合意した。

この点を協議議事録に記載することについては、アルゼンティン側から実施細則は鉱石の受け入れ施設を調査の対象としていないので調査の対象とならず、協議議事録に記載する必要はないとの主張があり、日本側も了承した。

・情報収集

以下の情報に関して入手した。

1) 旧HIPASAM社鉱山関係資料

2)            〃 選鉱プラントの運転状況関連資料

- 3)                   ク   ペレットプラント運転状況関連資料  
4) 工業分野投資関係法規集

## 6. 団長所感

### (1) 総論

月率40%（1989年末）を記録した超インフレ等の経済混乱も、89年の第一次メネム政権による行政改革（行政組織の縮小合理化、公営企業の民営化等）、及び通貨政策等の経済改革によって、徐々に立て直りつつある。通貨の発行を外貨準備額以内に抑さえるといった様々な努力によって、1ペソ=1ドルというやや強引な通貨政策も現在ではほぼ実体的にも安定してきている。しかしながら、公的債務残高も97年には1千億円の大台を越えるのはほぼ確実となっており、国際収支を見たとき諸外国からの資本の流入を前提とした経済運営を行わざるを得ない状況となっている。すなわち、今後は輸出促進による外貨獲得が必要不可欠となっている。特に現在のアルゼンティン国輸出品のうち、6割は農畜産関連であり、今後工業製品の輸出が大きく期待されている。メルコスール域内共同市場の創設等アルゼンティンを含む南米諸国を取り巻く環境は今後大きく変換するが、ブラジル経済とのつながりが強いいため一部の不安要因を残すが、順調な経済成長が期待される。

アルゼンティンでは、自由主義経済のもと、国による関与を極端に排除し、民間主導型で経済成長を遂げている。その結果、行政改革及び民営化による人員削減のため雇用問題が顕在化しているが、これら問題も経済成長の過程でよりよいサービスがよりよい市場を作り、それらによる雇用吸収で徐々に改善の方向に進むのではないであろうか。

これら背景の中、本調査においてもその目的は、①工業品の輸出による外貨の確保及び②地域経済の活性化による雇用確保であり、また、鉱業分野という政策的な重点領域（現在、鉱山投資法等の政策的インセンティブに関する環境が整っているのは鉱業分野のみ）にも合致しており、その波及効果は大きなものであると考えられる。

鉱業庁次官、リオネグロ州政府経済大臣、HIPARSA社社長それぞれ、我が国技術協力に対する大きな期待と高い評価を示していた。

### (2) 協議のポイント

現地調査及び協議は、経済公益事業省、リオネグロ州政府、HIPARSA社、在アルゼンティン大使館及びJICA現地事務所等の協力の

下、円滑に進められ基本的には対処方針に基づいた実施細則及び協議議事録を合意・署名することが出来た。

本調査は、民営化を前提とした国際入札準備への協力という色彩が強い。(しかしながら、調査協力としては最適な再建築を技術的に分析し提案するところまでである。この提案を受け、国際入札をどのような方式で実施するかは、リオネグロ州政府の判断により実施されることとなるのは言うまでもない。)

今回の協議におけるポイントを列記すると以下の通りとなる。

①アルゼンティンサイドの技術的ポテンシャルの活用による効率的な調査協力の推進

(費用も含めた現地作業の協力体制の構築)

今回の協議の過程では、いくつかの点でアルゼンティンサイドのリソースを活用した共同作業を進めることについて合意が出来た。HIPARSA社の保有する選鉱設備を活用して、日本による技術指導のもと、現地サイドのスタッフの協力を得、リン分の除去テストを実施することにした。また、現在採掘の行われていない北及び東鉱床の分析についても既存の資料を基にはあるが、現地スタッフの作業を前提として日本側がレビューを行うということで合意を得ることが出来た。

②最適プロセスの絞り込みによる効率的な調査協力の推進

HIPARSA社再建のシナリオとして当初想定されていたシンターフィード製造、またリン分除去のための外部からの鉱石の輸入による対応は、現地調査の結果を踏まえたラフエスティメーションにより、フィージブルでないとの結果が得られたため、調査のスコープからはずすこととし、アルゼンティンサイドと合意を得ることが出来た。また、いくつかのシナリオの中から最適な再建築一つについて詳細な調査を進めることについても合意を得ることが出来た。さらに、HBIプロセスについても、HIPARSA社の再建を考えたとき、リスクある未知の新技术より、商業ベースで実績のあるプロセスを前提に選定することについても合意が出来た。当初ルルジュ社の提案を日本の提案技術と比較して最適な方法を示してほしいとの要望が感じ取られたが、日本サイドとしては、ルルジュ社のもつ技術に対し、責任を持った評価が不可能であること及び商業ベースで実績がないことより、検討の対象から外すこととして説明を行い合意を得た。



### ③連邦政府と州政府の調整

連邦制をとっている国では、中央政府と州政府の間で、権限や指揮命令系統に関し、たびたび問題が発生するが、今回の協議においてもUNDERTAKINGの文面に関し、アルゼンティンサイドの要請により、連邦政府と州政府の間で責任分担を含めた文書を交わすことをミニッツに記載するように要請がなされた。

また、調査終了までの期間HIPARSA社が独自に民間企業と契約を取り交わし、本調査のアウトプットが活用されないといった事態が発生しないようにしてほしいとの要請を行ったところ、連邦政府としては、当然のことと前置きしながらも、開発の権限は州政府にあることから、連邦政府としてその約束を果たすために、州政府のかつてな行動を押さえる意味で、州政府は関連資材の処分等を行わない旨約束するとの記述を入れることについて、連邦政府より提案がなされた。この提案を受けミニッツに記載することにした。

## 7. その他

### ・焼結テストについて

今回の現地調査において、ペレット製造工程における温度分布の設定方法に問題があることが判明した。このため、産出する鉍石に適した温度分布を把握し、ペレットプラントの改造方針を検討するためにペレットの焼結テストを実施する必要があるものと判断される。

## II. 政治・経済状況

### (1) 概況

1989年に発足したメネム政権は、軍政時代からの人権侵害問題に一応の終止符を打つと共に、軍部を含む国内各勢力の融和を促進、民主体制安定化に成果を上げている。経済面では、公営企業民営化等を含む経済構造改革及び自由開放政策を推進し、対ドル為替レートを法律により固定する兌換政策によりインフレを抑制する等、経済安定化でも大きな成果を上げている。94年8月大統領の連続再選を含む憲法改正が実現し、95年5月には新憲法の下で大統領選挙が行われ、メネム大統領が再選された。

89年末に月率40%を記録した超インフレも90年末には月率一桁台に減速し、以後、財政収支は94年半ばまで均衡を維持、消費者物価は96年末に年率+0.05%と五十数年來の最低値を記録するに至った。この間、IDB、世銀等からの行革融資、IMFからの拡大信用供与を受け、92年4月にはブレイディ提案に基づく債権者銀行団よりの累積債務救済措置が適用された。91年4月～97年7月の過去7年間の消費者物価上昇率は61.6%となっており、対米為替レート（1ドル=1ペソ）は現在も維持されている。一方、公営企業民営化については、電話公社、航空会社、石油公社、電力会社、ガス公社、国鉄、製鉄会社（SOMISA）等公営大企業のほとんどが経営権委譲方式または株式譲渡方式により民営化された。

94年末のメキシコ通貨危機は「ア」にも多大の影響を与え、外資流入の中断、金融危機を招いた。96年前半、財政赤字、失業率増大への対応をめぐって閣内対立が生じカヴァロ経済大臣は更迭され、中銀総裁のフェルナンデス氏が新たに経済大臣に任命された。同氏は財政赤字削減のための税制改革を主軸とする一連の新政策を実施、96年第2四半期より景気は回復基調に向かった。GDP成長率（実質）は96年に4.4%であったが、97年は当初の政府予想の5.0%から7.1%に上方修正された。失業率は96年10月の17.3%から97年5月に16.1%へ下がったが、依然失業問題が大きな課題である。99年に次の大統領選挙（メネム再々選不可）が行われる予定であるが、今後失業問題への対応をめぐり政争激化することも考えられる。

外交面では、「ア」は西側先進国と価値観を共にする現実的思考で積極的な外交を展開している。具体的には国連平和維持活動等への積極的協力として、旧ユーゴ、モザンビーク、湾岸地域等へPKO要員を派遣すると共に、大量破壊兵器不拡散の分野では、93年にトラテラルコ条約（ラ米における核不拡散条約）を推進し、95年2月には核不拡散条約（NPT）に加入した。

我が国とは、1898年（明治31年）に外交関係を開設し伝統的に友好関係にある。アルゼンチンには約3万人の日系人・在留邦人が在住しており、これはブラジル、ペルーに次ぐ規模である。

## （2）産業開発状況

アルゼンチンは肥沃で広大な国土に恵まれ、伝統的に農牧業が主要産業となっている。現在も穀類、皮革、冷凍肉、飼料等の農牧産品及び農牧加工品が輸出額全体の約6割を占めている。

工業は19世紀末の農牧産品加工に端を発し、次いで輸入代替の軽工業が発達し、さらに政府主導による重化学工業育成によって、70年代には国民総生産（GNP）に占める工業部門の割合は35%以上となり、いわゆるNICS（新興工業諸国）と呼ばれるまでに工業化が進んだ。しかしながら、その後、長年の保護主義的工業育成政策が行き詰まり、89年以降メネム政権は市場原理に基づく自由化・開放化政策を推進し構造調整に努めると共に、公営企業民営化を積極的に推し進めた（上述）。その結果、91年以降は新技術の導入や効率的な経営体制の構築などにより設備・組織の近代化が図られ、生産性の伸びが見られた。現在、工業分野のGDP構成比は3割を超えると想定される。

主な工業分野は、鉄鋼、自動車、建設機械、家電製品、石油化学製品、医薬品、製紙、繊維、食品加工など多岐に亘っている。90～93年にかけて工業（製造業）の生産量は40%以上増加し、とくに自動車産業や家電製品部門が著しく伸びた（自動車生産台数は、90年の9万1000台から94年に40万9000台へと4.5倍に伸びた）。鉄鋼生産は、同時期、輸出の低迷で落ち込んだが、その後は需要増大に裏打ちされて96年の粗鋼生産は400万トンを上回った（現在、鉄鋼最終製品の生産設備能力は約450万トン/年）。

「ア」にはかなりの鉱物資源の埋蔵量があると推定されている。しかし、鉱山が遠隔地にあるためその開発は、石油、天然ガス、石炭を除いて遅れており、GDPに占める鉱業（石油・ガスを除く）のシェアは0.2%に過ぎない。現在生産されている鉱物資源は、鉛、金、銀、亜鉛、ウラニウム、銅である。93年に政策が変更され、外国人投資家の採掘権が認められるようになったため、今後鉱物生産が大幅に増加すると見られる。93～98年にかけて約15億ドルの新鉱山開発プロジェクトが進められている。石油生産は年々増加しており、天然ガス及び石炭の生産も順調に増加している。その結果、「ア」ではエネルギー資源の自給が可能となっている。

メルコスール： 95年1月、南米地域共同市場（メルコスール）がブラジル、アルゼ

ンチン、ウルグアイ、パラグアイの4ヶ国で発足した。その目的は、①域内の関税、非関税障壁の撤廃等による財・サービスの取引の自由化、②対外共通関税の設定、共通貿易政策の採択、③マクロ経済政策、各セクター別経済政策の協調等となっているが、現在、全体9,000品目のうち、約8,500品目に対し0~20%の共通関税を設定している（但し、共通の例外品目もある）。2006年には関税同盟が完成する計画となっている。チリ、ボリビアの加盟も予想されており、今後、メルコスールを軸として南米地域経済の発展が図られていくものと考えられる。

「ア」の貿易構造は、農牧産品などを中心に輸出し、化学製品、機械類、工業原材料を輸入する形になっている。貿易収支は92~94年にマイナスとなったが、その後はプラスに転じている。貿易相手国としては、ブラジルとアメリカがとくに重要である。96年、対ブラジルとの貿易量（輸出入合計）は全体貿易量の25%を占め、かつ「ア」側の輸出超過となっている。

#### 添付資料

- 表2. 1 経済指標 (1)
- 表2. 2 経済指標 (2)
- 表2. 3 主要品目別輸出入実績
- 表2. 4 メルコスール域内貿易推移

表 2.1 経済指標 (1)

\* 推定

項目	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	備考
国内総生産(GDP)	-7.0%	-1.3%	+10.5%	+10.3%	+6.3%	+8.5%	-4.6%	+4.4%	*+7.1%	実質成長率
1人当たりGDP ①	2,929	2,891	3,194	3,523	3,745	4,063	3,876	*4,012		実質
[US\$] ②	2,292	4,392	5,813	6,971	7,868	8,421	8,331	8,741		名目
財政収支	-16.2%	-1.7%	0.5%	1.4%	1.1%	-0.1%	-0.5%	-2.1%	*-1.5%	GDP対比 (金利支払前)
完全失業率	7.1%	6.3%	6.0%	7.0%	9.3%	12.2%	16.4%	17.3%	16.1%	各年10月現在 "97/5月
通貨量M1	2,952	6,471	7,608	11,016	14,801	16,160	12,083	14,030	14,295	百万円/年末 "97/8月末
貿易収支	5,376	8,276	3,697	-2,637	-3,696	-5,805	841	49	*-2,018	百万US\$ "7カ月
輸出	9,579	12,353	11,972	12,235	13,090	15,739	20,963	23,811	*14,548	" "7カ月
輸入	4,203	4,077	8,275	14,872	16,786	21,544	20,122	23,762	*16,566	" "7カ月
金外貨準備高	2,928	6,010	9,874	12,496	17,223	17,930	18,506	21,538	22,641	" Gross "97/8月末
対外総合収支	-6,786	679	1,880	3,105	4,480	561	-69	3,782	*-425	" "第1四半期

出所：中銀/統計局等

表 2. 2 経済指標 (2)

\*推定 \*\*1/1/92デノミ実施(1万分の1)

項目	年度	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	備考
公的債務		*60,000	60,793	76,071	76,042	69,626	74,632	87,091	97,015	*99,653	百万US\$ "97/6月末
為替レート		19.00	56.40	99.10	**99.50	99.90	99.90	100.00	100.00	100.00	ペソ対100ドル 年末TT\$"92/8
卸売物価		+5,386%	+800.4%	+56.7%	+3.0%	+0.1%	+5.9%	+6.0%	+2.1%	-0.1%	年間上昇率 "8カ月
消費者物価		+4,923%	+133.4%	+84.0%	+17.5%	+7.4%	+3.9%	+1.6%	+0.05%	+0.5%	年間上昇率 "8カ月
小麦生産		10,200	10,683	9,867	9,872	9,184	11,092	9,200	15,904	*12,800	作付年度 千トン
トウモロコシ生産		7,000	7,685	10,699	10,897	10,649	11,000	10,466	14,732	*14,400	"
SORGHUM 生産		1,800	2,255	2,766	2,839	2,307	1,520	2,132	2,502	*2,800	"
粗鋼生産		3,874	3,636	2,972	2,680	2,870	3,274	3,569	4,095	2,727	千トン "8カ月
自動車生産		128	91	139	262	342	409	285	313	268	千台 "8カ月
石油生産		26,702	28,060	28,440	32,246	34,447	38,643	41,702	45,487	27,989	千立米 "7カ月
電力生産		48.47	47.05	50.12	52.27	59.07	63.00	59.19	60.27	38.088	百万MWH "7カ月

出所：中銀/統計局等

表2. 3 主要品目別輸出入実績 (1997は暫定数値)

UNIT:100万ドル

(輸 出)	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
肉 類	465	559	506	569	624	624	839	781	414
魚介類	275	309	414	516	649	667	828	945	648
油 脂	875	1,149	1,221	1,109	1,079	1,533	2,088	4,890	1,210
穀 物	1,016	1,371	1,064	1,548	1,453	1,323	1,851	2,560	2,242
肉類加工品	742	315	418	346	333	341	451	351	195
食品加工品類	1,335	1,199	1,268	1,459	1,456	1,341	1,249	2,367	1,331
皮革類	364	478	504	554	738	742	898	829	535
鉱物燃料/油	296	985	766	1,082	1,224	1,619	2,096	3,089	1,747
鉄鋼/同製品	971	824	229	456	467	531	739	861	430
機械類/同部品	369	401	477	446	576	511	714	962	609
車両/同部品	190	178	219	356	663	852	1,229	1,521	1,102
その他	3,441	4,585	4,445	3,794	3,828	5,655	7,981	7,655	4,085
合 計	9,579	12,353	11,972	12,235	13,090	15,739	20,963	23,811	14,548
(輸 入)									
鉱物燃料/油	364	333	465	424	503	618	741	864	518
有機化合物	503	514	681	740	815	1,011	1,178	1,387	878
合樹/同製品	153	182	380	803	934	830	996	1,106	787
鉄鋼/同製品	276	184	384	684	546	723	760	839	645
機械類/同部品	736	635	1,343	2,589	3,236	4,229	3,828	4,576	3,180
電気機器/部品	343	316	863	2,191	2,577	3,185	2,584	2,976	2,190
車両等/同部品	178	199	625	2,293	2,686	3,368	2,163	3,115	2,444
その他	2,014	2,047	3,534	5,148	5,489	7,580	7,872	8,899	5,924
合 計	4,203	4,077	8,275	14,872	16,786	21,544	20,122	23,762	16,566
(貿易収支)	+5,376	+8,276	+3,697	-2,637	-3,696	-5,805	+841	+49	-2,018

表2. 4 メルコスール域内貿易推移

単位：100万ドル

対→	ブラジル	パラグアイ	ウルグアイ	MERCOSUR合計	備考
1991 輸出	1,489	178	311	1,977	91年3月 アスンシオン条 約締結
輸入	1,527	43	235	1,805	
収支	-38	135	76	173	
輸出入計	3,015	221	546	3,782	
1992 輸出	1,671	272	384	2,327	
輸入	3,339	65	351	3,755	
収支	-1,668	207	32	-1,428	
輸出入計	5,010	337	735	6,082	
1993 輸出	2,791	358	513	3,661	
輸入	3,570	73	571	4,214	
収支	-779	285	-58	-553	
輸出入計	6,360	431	1,084	7,875	
1994 輸出	3,595	495	650	4,740	
輸入	4,280	69	780	5,129	
収支	-685	426	-130	-389	
輸出入計	7,875	564	1,430	9,869	
1995 輸出	5,458	629	646	6,733	95年1月1日 メルコスール 正式発効
輸入	4,158	80	273	4,511	
収支	1,300	549	373	2,222	
輸出入計	9,616	709	919	11,244	
1996 輸出	6,615	584	719	7,918	96年10月1日 チリ準加盟
輸入	5,326	182	293	5,801	
収支	1,289	402	426	2,117	
輸出入計	11,941	766	1,012	13,719	
1997 輸出	4,195	334	407	4,936	7カ月
輸入	3,687	179	179	4,045	"
収支	508	155	228	891	"
輸出入計	7,882	513	586	8,981	"



### III. アルゼンティン国鉄鋼業の現況

#### (1)鉄鋼需要の見通し

(国際鉄鋼協会(IISI,1997.10)予測、鋼材見掛け消費ベース)

##### ①世界

(短期) 97年の世界鉄鋼需要量は、93年以降5年連続の増加となり、前年比4.5%、2,990万トン増加の6億9,480万トンとなる見通し。

98年度は、日米や通貨の混乱がみられる東南アジア諸国も伸び悩みが予想されるため、世界全体では前年比0.8%、550万トンの小幅な増加にとどまるとの予測。

(中長期) 2000年の世界鉄鋼需要量は、7億2,250万トン、2005年は7億9,550万トンと、1995年の6億5,220万トンから年平均で約2%前後の増加が続くと予測。

##### ②中南米 (特にブラジル)

(短期) 97年の中南米の鉄鋼需要量は、好調な経済活動を受け、前年比12.6%、410万トン増加の3,660万トンとなる見通し。ブラジルは、前年比15.4%、200万トンの増加。

98年は、引き続き内需の拡大が見込まれ、前年比4.9%、180万トン増加の3,840万トンとなる予測。ブラジルは、前年比6.0%、90万トンの増加。

(中長期) 2000年の中南米の鉄鋼需要量は、4,050万トン、2005年は4,800万トンと、1995年の2,870万トンから大幅な増加が予測される。

以上のように、中南米諸国では短期、中長期とも世界の伸びを大幅に上回る需要拡大が見込まれる。

##### ③アルゼンティン

(短期) 97年のアルゼンティンの鉄鋼需要量は、好調な経済活動を受け、前年比13.5%、50万トン増加の420万トンとなる見通し。

98年は、引き続き内需の拡大が見込まれ、前年比9.5%、40万トン増加の460万トンとなる予測。

(中長期) 国際鉄鋼協会の予測では、アルゼンティンの2000年及び2005年の予測は示されていないが、中南米の中でも経済規模の拡大が急ピッチであること

から、中南米全体の伸びを上回るペースでの需要拡大が見込まれる。

## (2)アルゼンティンの鉄鋼業

### ①経済自由化、民営化の進展

累積債務問題に揺れた80年代を経験し、アルゼンティン政府は、90年代に入り、経済の自由化に向けた諸政策を強力に進めてきた。鉄鋼業においても90年に国営57%、民営43%であった粗鋼生産の比率は、92年には100%民営企業となっている。

### ②インフレ沈静化と海外からの投資急増そして経済の拡大

政府の強力なインフレ抑制策（外貨準備の範囲でしか通貨を発行できない）や急速な経済の自由化の進展により、90年に年間1,000%を超えていたインフレ率は96年には年間0.1%にまで沈静化。海外からの投資も急増し年間100億ドル前後の外資が流入。経済規模も順調に拡大し、95年のメキシコ通貨危機の影響によるGDP-4.6%を除けば、91年以降は4%台から8%台のGDPの伸びを記録しており、97年も7%台の成長が見込まれている。

また95年に発足したメルコスール（ブラジル、アルゼンティン、ウルグアイ、パラグアイの共同市場）により隣国の経済大国であるブラジルとの貿易額も輸出入で90年の18億ドル（アルゼンティンの4億ドル出超）から、96年には119億ドル（アルゼンティンの13億ドル出超）と近隣諸国の市場も急速に拡大している。

### ③民営化後のアルゼンティン鉄鋼業

民営化後のアルゼンティンには、主要3社の鉄鋼メーカー（Siderca社-シムスパイプ、Siderar社-薄板、Acindar社-棒鋼、線材）が存在するが、総合鉄鋼メーカーの道は選ばず、国際競争力のある得意分野に特化した製品供給を行い、国営時代の慢性的赤字から黒字に転換している。収益率の大幅改善と旺盛な国内及びブラジル等近隣諸国の市場規模の拡大を背景に、多くのメーカーは、さらなる近代化、コストダウン、品質改良による国際競争力の強化を目指した生産設備の拡張を計画している。

粗鋼生産量は、90年の146万トンから96年には423万トンと拡大し、98年には500万トンを超えるものと見込まれる。

### ④今後のアルゼンティン鉄鋼業

アルゼンティン政府の経済自由化への強い意志と、それを評価した海外からの投資が継続する限り、また、中南米の経済が95年のメキシコ通貨危機を乗り切っ

たと同様、最近の東南アジア等に端を発する国際金融不安の影響を最小限に押さえられれば、今後も当分の間はアルゼンティン経済、中南米経済は順調に拡大を続けられると思われる。そして、アルゼンティン鉄鋼業も順調な生産拡大が期待できる。

#### ⑤製鉄原材料

アルゼンティン鉄鋼業の原材料等のコストは安価な天然ガス、電力をはじめ、欧米に比べかなり安い人件費等恵まれているが、鉄鉱石、ペレット、スクラップはブラジルに依存している。今後も鉄鋼生産量の大幅な拡大が見込まれる中、本件プロジェクトのF/Sの結果、国際的にみて価格競争力があり、かつ、高品質な原材料（ペレットまたはHBI）をHIPARUSA社において供給が可能となれば、世界のマーケットはもとより、アルゼンティン鉄鋼業界もマーケットとして十分期待できる。

## IV 旧HIPASAM（現HIPARSA）社の現状

### 4-1 鉄鉱山の現況

#### 4-1-1 名称・鉱業権

- (1) 名称：Sierra Grande鉄鉱山
- (2) 鉱業権者：リオ・ネグロ州政府(Government of Rio Negro Province)
- (3) 管理者：HIPARSA(Hierro Patagonico Rionegrino S.A.).

#### 4-1-2 位置・交通

- (1) 位置：南緯41度38分—41度43分；西経65度20分—65度24分  
Buenos Airesの南西約1 200 km；Sierra Grandeの南約7 km.
- (2) 交通：Buenos Aires—Viedma間は飛行機で1時間半、Viedmaから車で約3時間、最寄りの町Sierra Grandeから国道3号線を南へ5 km行き、右に折れて2 km。

#### 4-1-3 沿革・閉鎖の原因

1960年代アルゼンティンは自国での鉄源確保を国是としており、政府（国防省）主導で調査・開発が進められ、1962年HIPASAM(Hierro Patagonico de Sierra Grande Sociedad Anonima Mineria)社が設立された。

計画では年間360万トンの鉄鉱石を採掘・選鉱して精鉱（ペレット・フィード）を生産し、それを基にペレット年間200万トンを生産する計画であった。

1971年先ずSierra Grande南鉱床から開発・建設が始まったが、1974年の石油危機に直面して超インフレとなり資材が高騰、加えて政局不安も起こり、工事は大幅に遅れ、1979年漸くペレット工場が完成した。しかし、ペレットの製造がうまく行かず、絶えずトラブルに見舞われ、不安定な操業を余儀なくされた。結局、計画200万トン・年に対して平均45万トン・年（最高65万トン(1986)）のペレットの生産に留まった。

1991年5月HIPASAM社はその生産性の低さと、それに伴う赤字経営に堪え切れず、操業を停止した。1993年8月当該社の資産はリオ・ネグロ州に移管され、同州が設立したHIPARSA社がその管理にあっている。

#### 4-1-4 地質・鉱床・鉱石

- (1) 成因：シルル紀—デボン紀（約3億6千万年前）の海浜性地向斜堆積物、鉄の水酸化物としてほぼ水平に堆積、後に赤鉄鉱に変成。その後花崗閃緑岩の貫入によって鉱床が隆起した。第三紀の終り（約7千万年前）に動力変成作用を受け、赤鉄鉱が再結晶し磁鉄鉱となる。
- (2) 規模：南鉱床は板状をなし、延長約3 500m、経済的採行採掘幅（厚）最大15m・最小4m（平均10 m）、走向は鉱床の中央部及び北部でN40度W、南部は走向S54度W、傾斜35—50度Eで地並み（海拔100 m）以下700mまで続く。

(3) 鉍石：主要鉍物は磁鉄鉍（含一部赤鉄鉍）、随伴鉍物として燐灰石、緑泥石石英、長石等。

(4) 鉍量：Widmark & Platzer（南鉍床の開坑を行い410mレベルに一次破砕機を据え付けた業者）によれば、410 mレベル以上の埋蔵鉍量\*は：-

確定 - 55 036 000 トン  
 推定 - 781 000 トン  
 予想 - 346 000 トン  
 合計 - 56 163 000 トン

\*：Sierra Grande鉄鉍床全体の鉍量については、次の4-1-5参照。

(5) 品位：脈石分を考慮した南鉍床の品位：-

Fe = 54.8% +/- 1.57%  
 SiO2 = 5.95% +/- 0.78%  
 Al2O3 = 4.85% +/- 0.49%  
 P = 1.43% +/- 0.057%  
 S = 0.44% +/- 0.080%

#### 4-1-5 探鉍

Sierra Grande鉄鉍床は、南・東・北の三つの鉍床からなる。開発に先立って各種の探査・探鉍が行われた：

鉍床名	南	東	北
磁気探鉍(km)	100	100	20
試錐総延長(m)	9 673	1 700	600
分析用サンプル採取(ヶ)	10 000	1 800	850
トレンチング(m)	-	180	250
開発坑道(km)	90	-	-

以上を基に埋蔵鉍量が次のように算出されている：

鉍床名	南	東	北
確定鉍量(トン)	103 782 000*	-	-
推定鉍量	38 348 000	-	11 300 000
予想鉍量	72 260 000	30 000 000 - 40 000 000	20 000 000
品位 T.Fe (%)	54.8	56.03	54.6
P	1.43	1.15	N/A

\*：640 mレベルまで

#### 4-1-6 探鉍

(1) 開坑：前述した如く、鉱床の幅が平均10 mと薄く、かつ地中に700mも突っ込んで  
いるため、坑内掘りが適用されている。南鉱床のほぼ中央西側に中央立坑が地下522 mま  
で開鑿され、410 mレベルに一次破碎機が設置された。

(2) 採掘方法：鉱床の傾斜が30度以上のところではサブレベル(sublevel)法、30度未満  
では柱房(rooms & pillars)法が行われている。サブレベルは70 mレベルの間に23 mご  
とに二つのサブレベルが設けられ、各サブレベルにひ押坑道（鉱床の下盤外側に沿って、  
ディメンジョン3x3 m）及び積出坑道（爆破鉱石を鉱井まで運搬、5x3 m）が設けられて  
いる。70 mごとの主要水平坑道にはひ押・積出の坑道に加えて、運搬坑道(5.5x4.5 m)及  
び立坑への立入れ（transversal）坑道が設けられている。房柱法もサブレベルごとに適  
用されているが、ひ押坑道は前者のように鉱床の外側でなく、鉱床中を掘進している。房  
柱法は鉱石を柱として残すので、実収鉱量は減るが、ズリの混入率は少ない（計画値前者  
20 %・後者10 %、実績加重平均25 %）。また、410 mレベルまでのサブレベル法：柱房  
法の割合を75：25としている。

(3) 採掘切羽の現状：当該鉱山が休止した時点（1978-1981）で246 mレベルの一部ま  
で採掘が進み、約1 360万トンの鉱石が採掘された（付図1の黄色の部分）。その結果240  
mレベル及び270 mレベルに約400万トンの鉱石が残っている（粗鉱ベース；実収鉱量ベ  
ース320万トン）。この部分（付図1のピンクの部分）は各種坑道の掘進、発破孔の穿孔  
等が完了して、爆破・積み込み・運搬すればよい状態である。また、その下部270-340  
m レベル {粗鉱量1 400万トン（実収1 200万トン）} の坑道掘進等は、約70 % が完了  
している（付図1の緑色の部分）（この二つの部分、すなわち粗鉱量計1 800万トンは、  
坑道掘進等の費用を考慮に入れないでよいならば、露天掘り並みのコストで掘れるとい  
う。）。しかし、340 mレベルより深い部分（付図1の青色・紫色の部分）の採掘準備は、  
全く手がつけられていない。

#### (4) 現有の採掘機器

##### a) 穿孔ドリル

・ Gardner Denver Mark II Fan Drill	2+(1)*+(2)**
・ Tamrock Duo A 605 A	(1)
・ Tamrock Twinring A 605 RR	(1)

\*：( ) は野晒し状態； \*\*：{ } はスクラップ同然の状態

##### b) Jumboドリル

・ Tamrock Minimatic Neumatico	3
・ Tamrock Paramatic Neumatico	2

##### c) 切り上がり用ドリル

・ Alimak STII-5L	3
------------------	---

##### d) フロント・エンド・ローダー

・ Caterpillar 980 B&C	3
・ GHH LF 7.1	5

##### e) ダンプ・トラック

・ Kiruna K-500	5
----------------	---

(5) 破砕・整粒：地下410mレベルに据え付けられた一次破砕機で-200 mmに破砕された鉱石は、スキップで地上に搬出され、更に二次破砕機で-100 mmに破砕後、中間ストック・ヤード（貯鉱能力：8万トン）に貯蔵。

(6) 予備精鉱プラント：貯鉱石は適宜予備精鉱プラントにフィードされ、乾式磁選によって約25 %の脈石が排除される。これを予備精鉱(preconcentrates)と呼んでいる。予備精鉱は篩い分け及び三次破砕され、選鉱プラントに付随するサイロにベルト・コンベヤーで輸送。

#### 4-1-7 選鉱

(1) 選鉱プラントの概要：当該プラントは鉄筋コンクリート製の建屋に、粉砕・磁選・浮選の設備3系列が、収められている。この建屋に外接して電気室、操作室、分析室、事務室等がある。また、プラントに並んで3 000トンの鉱石用サイロ4基、1800トンの水用サイロ1基がある。鉱石用サイロの上部には予備選鉱プラントから受入れた鉱石とペブルを選別するスクリーンが設けられている。更に、精鉱をスラリー輸送するためのポンプ室、及び精鉱用・尾鉱用のシクナーがある。

(2) 選鉱プラントのパラメータ：当該プラントは鉄品位の向上と脱リンを主目的とし、同時にペレット製造に適した比表面積をもった精鉱を生産するものであった。設計時のパラメータは次のようである：

	給鉱	精鉱
プラントの処理量（年間）	300 万トン	200 万トン
（1日）	1万トン	6 600 トン
鉄分	54.8% 以上	68.5 % 以上
リン分	1.5% 以下	0.18 % 以下
精鉱粒度 (-44µm)		95 %
比表面積		1 900 - 2 400 cm <sup>2</sup> /g
鉄分回収率		82 % 以上
水		1.29 m <sup>3</sup> /精鉱・トン以下
電力		71.5 kWh/精鉱・トン以下

1979年プラントの引渡し時、保証運転を行っており、それなりの能力は確認されている。

(3) 選鉱実験室：選鉱に関する殆どの試験装置が揃っている（付表1装置リスト参照）。要員も3名ほど残っているので、試験の補助員として使える。

(4) 保守：操業・制御の系統ともメンテはまずまずである。

#### 4-1-8 付帯設備

(1) ワーク・ショップ：約50x250 mの建屋内に可動機器のサービス・ベイ、旋盤等の加

工機器類はあるが、熔融炉はない。

(2) 一般：管理棟・採鉱事務所・倉庫等。

(3) その他：休止している鉱山を一般の人達に見学させて、鉱山維持の費用の一部としている（毎月1万人ほど見学に訪れるという。）。

#### 4-1-9 労務

(1) 人員（稼動時）：採鉱関係 425名；選鉱プラント 130名

（現状）：採鉱関係 12名；選鉱プラント 30名；

ワークショップ 23名；管理部門12名

(2) 賃金：一般職はカテゴリー 1から7、管理職はA-Eの5段階の賃金表がある。

カテゴリー 1（一番下位）で基本給 \$ 368.2/月・地域手当 \$ 36.82/月

計 \$ 405.02 /月、それに加えて雇用者負担分として \$ 133.66 /月がある。

管理職E (Supervisor I) では計 \$ 2 200.80/月、雇用者負担分 \$ 726.26 /月である（詳細は付表2賃金表参照）。

#### 4-1-10 電力・用水

(1) 電力：当該鉱山に変電所があり、122 kV で受電している。

料金（稼動時） \$ 0.078 / kWh；（現状） \$ 0.035 / kWh

(2) 用水：約100km離れた二つの泉からパイプラインで供給されている。

コスト（現状） \$ 0.34 / m<sup>3</sup>

#### 4-1-11 保安・湧水・鉱害

鉱床の上盤・下盤は珪質粘板岩、所によって火成岩（石英粗面岩）からなるが、安定していて崩落の危険はなく、また支柱も見当らない。湧水は410 mレベルの一次破碎機の付近で見られるが、パイピングが施してあり、鉄砲水の虞はない。

ズリ、選鉱プラントからの尾鉱・処理水等は近傍の空き地に捨てられているが、付近に当該鉱山以外何もないので、問題になっていない。

#### 4-1-12 生産量（トン）

年	粗鉱	予備精鉱プラント給鉱	予備精鉱	精鉱
1972	212060			
1973	312050			
1974	254635			
1975	106739			
1976	404742			
1977	806210			
1978	777364			
1979	522790			349382
1980	1056532	736542	531489	337519



1981	811764	660043	485369	273984
1982	660850	1181091	852379	523744
1983	657347	1137904	821212	496652
1984	722914	920968	627304	394721
1985	940200	1051971	742501	463819
1986	1129144	1486232	1089633	650794
1987	756278	1065139	762517	450475
1988	1118987	1343546	993638	585177
1989	1223309	1295075	970280	567537
1990	1271770	1292531	916334	568486
1991	230240	245445	177135	106351

上のデータから、予備精鉱プラントへの給鉱（-100 m粗鉱）：精鉱の比は、  
2.2-2.4：1の範囲であったことが分かる。

#### 4-1-13 輸送

精鉱（ペレット・フィード）は選鉱プラントに隣接したポンプ室に送られ、大西洋岸（San Matias湾に面したPt. Colorado）に建設されたペレット工場までの約32km、パイプラインによってスラリー輸送されていた。

#### 4-2 採掘・選鉱の問題点及び留意点

##### 4-2-1 坑内掘り

4-1-4の(2)及び4-1-6の(1)でのべたように、鉱床の幅（厚み）が平均10 mと薄く、地中に深く突っ込んでいるため、坑内掘りが適用された。鉄鉱石のように単価の安い（FOB \$20-25・トン程度）ものは、現在のような市場経済の時代では、坑内掘りでの開発は無理がある。しかし、1960年代のアルゼンティンは自国の資源政策で当該鉱床の開発を始め、そして休山に追い込まれてしまった。それをなんとか生き返らせようというのであるから、それは大変なことである。

一般に、坑内掘りコストは、世界の鉄鉱石採掘の主流を占める露天掘りのそれに比べて割高（150-200%）である。しかも当該鉄石は、破碎・整粒だけで出荷できる品位ではなく、選鉱（磁選・浮選）工程を経て、精鉱（ペレット・フィード）に仕上げている。実績での粗鉱対精鉱の比がほぼ2：1ゆえ、精鉱トン当たりに換算すると、割高な採掘コスト（410 mレベルまでの採掘コストは\$6.84 / 粗鉱トンという。）を更に倍（\$13.68 / 精鉱トン）しなければならない。ズリの混入率、坑道の数（ひ押坑道・積出坑道・運搬坑道）、そのディメンジョン（待避所を設けて運搬坑道の幅員を小さくする）等々 採掘コストの低減スタディが、当該本格調査の重要なテーマの一つとなろう。

#### 4-2-2 採掘設計値（360万トン・年）と実績値（最大127万トン・年）

坑内掘りが規制される一般的な要因として、次のようなことが考えられる：

- 1) 中央立坑の巻き上げ設備の能力不足
- 2) 先行しての各種坑道（通洞・運搬坑道・通気坑道・鉱石鉱井・連絡斜坑等）の準備の遅れ
- 3) 採掘要素（断層による鉱床の転位、ズリ混入率等）の見込み違い
- 4) ドリル、トラック、ローダー等可動機器の不適切な配置
- 5) 要員配置及び管理のトラブル
- 6) 川下(downstream)（例：ペレット・プラント）の不安定な操業
- 7) その他（湧水・崩落等の突発事故）

当初の計画で粗鉱360万トン・年に対して、実績が最高127万トン・年(1990)だった理由を聴取した結果では、上記3)、4)、5)及び6)があげられたが、6)が一番の原因という。すなわち、ペレットの生産に見合う鉱石を採掘したとのこと。[中間ストック・ヤードが一杯（貯鉱能力8万トン）になると、坑内での採掘を中止せざるをえなかった。]

また、選鉱プラントから出た精鉱はスラリー輸送されるので、上と同様にペレット・プラントの低操業のため、設計値200万トン・年に対し、最高65万トン・年(1986)であった。すなわち、山元でのバッファはこの中間ストック・ヤードのみで、一見スマートに見えるレイアウトではあるが、川下がトラブルを起こすと川上はお手上げなのである。

#### 4-2-3 粗鉱200万トン・年の採掘

4-1-6の3)でのべたように、当該鉱山が休止した時点で、270mレベル以上の残存粗鉱量400万トン（実収320万トン）は準備が終わっており（爆破・運搬すればよい状態）、その下部270-340mレベル[粗鉱量1400万トン（実収1200万トン）]の準備は、約70%が完了していた（付図1のピンク・緑の部分参照）。

これらの部分、すなわち、粗鉱量計1800万トンを、粗鉱200万トン・年のベース（9年分）で採掘することは容易と思われる（準備コストを考慮に入れないでよいならば、採掘コストは低減され、露天掘り並みのコストとなろう）。

ただし、4-1-6の4)でのべた機器は操業当初からのもので、一部のドリル及びトラックはスクラップ同然となっている。また、部品のストックがメーカーにも無いという問題を抱えているので、機器のリプレイス・追加等を考慮する必要がある。

しかし、340mレベルより深い部分（付図1の青・紫の部分）の採掘準備は、全く手がつけられていない。すなわち、10年目からの採掘に対する先行準備及び可動機器の本格的なリプレイス・追加（運搬距離が延伸するため）等、更なる検討が必要である。

#### 4-2-4 選鉱プラントの設計値と現在のマーケット・トレンド

選鉱プラントは三井物産・栗本鉄工で納入したもので、当時の日本の技術の粋を集めて作られた。粉碎・磁選・浮選の設備が3系列あるが、2系列でも精鉱100万トンの生産は困いと思われる。しかし、4-1-7の(2)にのべたように、プラント建設時のリン分の設計値が緩かった（保証0.180% P（実績0.131% P）、リン分は買い手側、すなわち製鉄所で、脱リン処理をすればよいと考えたのであろう。）。アルゼンティンにある製鉄所は現在ブラジルの鉄鉱石類を輸入して使っているが、これらのリン分のスペックは、0.070% P max.（実績0.050%以下）で、当該設計値とはかなりの差がある。これは何もアルゼンティンに限ったことでなく、日本の製鉄会社が購入しているブラジルの鉄鉱石のそれも同じである。

すなわち、鉄鉱石はマーケット商品なのである。それゆえ、当該鉄鉱石のリン分を下げるのが本格スタディの大命題となろう。

#### 4-2-5 精鉱中のリン分及びこれまでのリン分低減テスト

含リン鉱物の主なものは燐灰石 (apatite) である。その結晶粒子は細かく（ $-20\mu\text{m}$ ）、選鉱工程でのリン分除去にはかなりの工夫を必要とする。操業開始後（1980-1983）、実験室規模及び実機でのリン分低減テストが、現地あるいはコンサルタントによって行われてきた。それらを要約すると：

デーヴィス・チューブ試験から得たサンプルから Index of Beneficiation なる指数を作成し、その高い（ $\text{IB} > 6$ 、一般的には磁鉄鉱粒子が粗い。）ものでは、0.05% P 以下の結果が出ている。しかし、粒子の細かい（ $-16\mu\text{m}$ ）サンプルでは、0.10% P を切った結果は殆ど見られない。

プロセス的には：

- 1) 事前に、含リン鉱物の単体分離粒度を調査し、これを採掘現場に反映させる
- 2) ペブル・ミルをボール・ミルに転換する（微粒部分の発生を少なくし、浮選効果を高める）
- 3) ハイドロ・サイクロンを径の小さいもの（例：15から10インチ）に変え、 $+44\mu\text{m}$  部分を回収して粉碎系に回し、 $-44\mu\text{m} + 7\mu\text{m}\%$  を最大にする
- 4) 回収水の処理及び浮選試薬の研究・調査

等が検討された。

更に、スライムの混入・巻き込みを防止するため、弧状ふるい (sieve bend) や消磁装置 (demagnetizer) 等の導入も検討に値するのではないかと考える。

#### 4-2-6 本格調査での選鉱テスト

殆どの試験装置が現地ラボに揃っているので（付表1装置リスト参照）、本格調査で実施するリン分低減テストは、現地で日本人コンサルタントの指導の下、行うこととなった。

現地に無かったラボ用磁選機については、次のようなものが望ましい：

Blue Ribon-Sala(WLIMS), Type Sala WS 200 x 100, 1 000G  
(湿式, 給鉱粒度 - 1 000um, 220V, 50Hz, 重量約25kg, 価格約百万円)  
コンタクト先 SVEDALA Pump & Process, Sweden  
Tel (46)224-132-20, Fax (46)224-169-50

浮選試薬としては、

- 1) 補収剤 (collector) : トール油(tall oil、実機で使用)、アミン類 (amines、  
例：牛脂ジアミンtallow-diamine、テトラメチルエチレンジアミン  
tetramethyl-ethylenediamine)、脂肪酸類 (fatty acids、例：オレイン  
酸oleic acid)、スルホン酸塩(sulfonates、例：アルキルベンゼンスル  
フォン酸塩alkylbenzenesulfonate、ドデシルベンゼンスルフォン酸ソーダ  
sodium dodecylbenzenesulfonate )
- 2) 抑制剤 (depressor) : 澱粉 (starch)
- 3) pH調整剤 (regulator) : 塩酸、苛性ソーダ
- 4)

等が考えられる。

専門家によって、トール油を用いて結果の良かった従来のテストの再現テストを行い、その結果をみてから試薬を検討してもよいのではないかという方、いや、トール油では実機で良い結果が出ていないから、別の試薬を検討すべきだと考える方と、様々である。本格的調査のコンサルタントのご意見を俟つことにしたい。

なお、現地に本格調査団が着いたら、直ちにテストに取り掛かれるよう、試験装置の整備・点検、電源・水の確保、及びテスト用サンプルの準備（例：磁鉄鉱粒子の粗いもの、細かいもの、混じり合っているもの各300kg、トップサイズ 31.5mmを坑道から採取）等を、あらかじめ現地サイドに伝えておかれることをお勧めする。

・ 添付した図及び表

付図1 南鉱床の埋蔵鉄量の現況

付表1 試験装置リスト

付表2 賃金表（労務費）

・ 入手資料

n Reservas de Mineral de Hierro de Sierra Grande

n Yacimiento Sur de Sierra Grande

n Costos de Excavacion de las Galerias de Perforacion y Transversales

n Perfils(4)

n Area Mina, 25 de julio de 1995

n Equipos

n Medicion del Indice de Trabajo Mineral de Sierra Grande

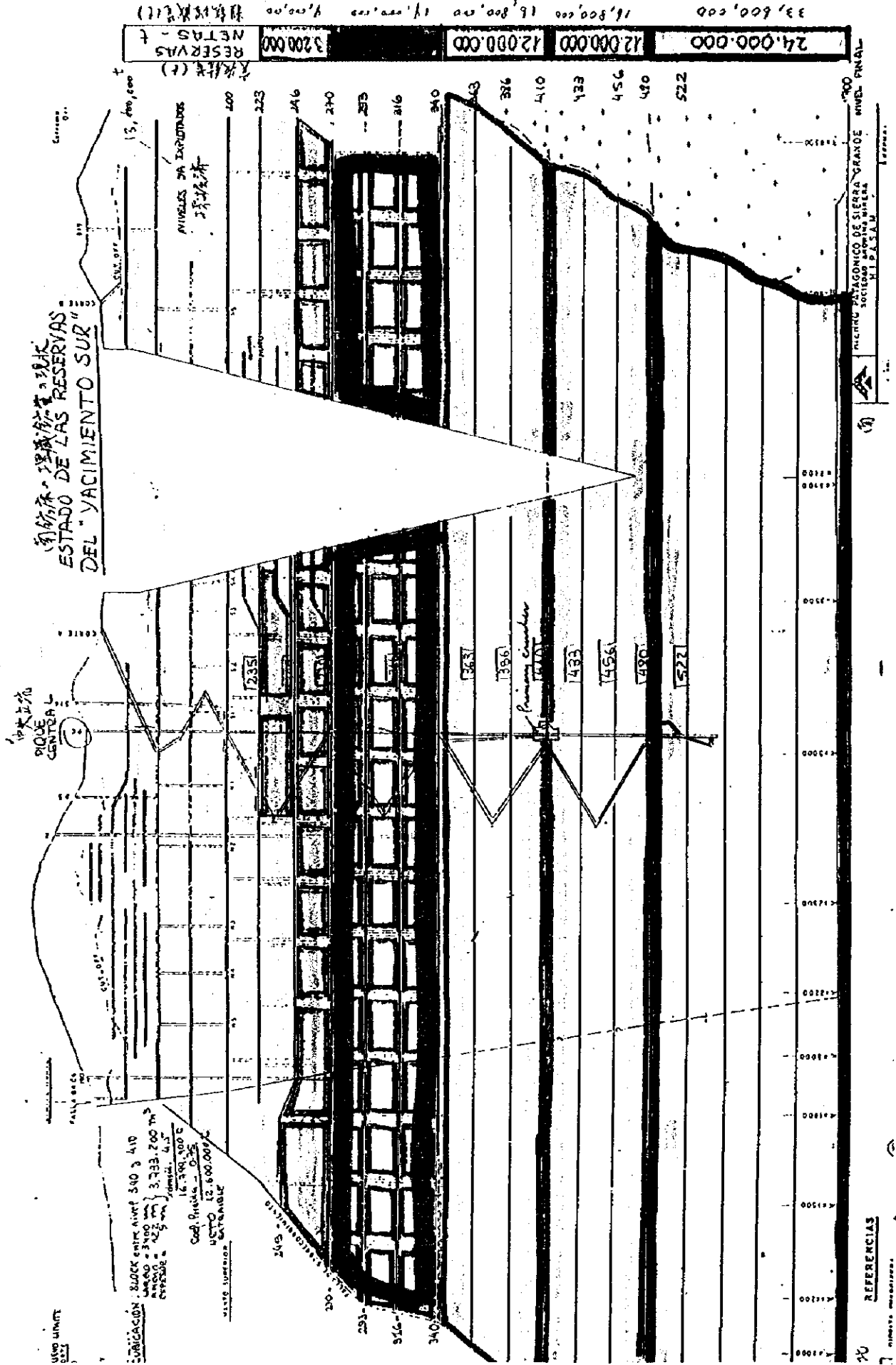
n Balance de Masas Ano 1989

n Flowsheets (4)

n Cuestionario Mison JICA - 07 de noviembre 1997

n Consideraciones sobre el Mineral de Hierro de Sierra Grande

付図1 南鉄床の埋蔵鉄量の現況



付表1 試験装置リスト

HIPARSA

Cuestionario Misión JICA - 07 de noviembre de 1997

ANEXO II

~~-1)-EQUIPAMIENTO DE PLANTA~~

~~- En plano CM-1087 y esquemas anexos obran ubicacion y descripcion de los principales equipos involucrados.~~

~~-2) CAMBIOS DE PROCESO~~

~~- En plano AO 139672 obra circuito original.  
- En plano CM- 1088 obra circuito actual.~~

~~-3) PARAMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO~~

~~- Del plano 50-V-301 B (balance masico) surgen los parametros citados.~~

以下の現有試験装置  
~~-4) EQUIPAMIENTO ACTUAL DE LABORATORIO~~

- 1 Ciclosizer Warman M4, 5 ciclones de 33 a 7u. (V170 147-5 1470 33~7u)
- 1 Destilador de agua Barnsted 7 lit/h. (蒸留器)
- 1 Balanza para magnetita Satmagan. (計測器 磁石用)
- 2 Maquina de flotacion para laboratorio marca Ota Iron Works (浮遊機)
- 2. Secadoras de muestras Temperatura Maxima 200 °C, 1 m3 (乾燥機)
- 1 Trituradora a Mandibula marca Toshiba ancho 200 mm tamaño de molienda 80/25mm (粉砕機)
- 1 Molino de barras, capacidad 10kg, marca Toshiba. (粉砕機)
- 3 Estufa de 3000 Cal/h. 4m cub c/u. (乾燥機)
- 1 Espectrofotometro Hitachi 100-60. (分光計)
- 1 Molino de bolas capacidad 1 Kg, marca Toshiba. (粉砕機)
- 1 Tubo Davis. (計測器)
- 1 Espectrofotometro Spectronic 20. (分光計)
- 2 Balanza Shimadzu. (天秤)
- 1 Mufla Termoquar 4,7 Kw. temp. 1200 grad. (加熱炉)
- 1 Bomba de vacio 400 mmHg. (真空ポンプ)
- 1 Balanza Libror ED 200, capacidad hasta 200 Gr. (天秤)
- 1 Espectrofotometro Shimadzu 600 c/grafidor. (分光計)
- Trituradora de cono, Kurimoto  $\phi=200$ mm, molienda 80/25 mm. (粉砕機)
- 1 Balanza Libror ED 2000, capacidad hasta 2 Kg. (天秤)
- 1 Analizador de particulas marca Shimadzu CP 2. (計測器 粒子用)
- Oximetro CK2 Magna (計測器)
- Lupa estereoscopica de 200 aumentos. (顕微鏡)
- 2 Centrifugadoras. (遠心分離機)
- Medidor de tension superficial. (表面張力計)
- 1 Mortero automatico (計測器)
- 2 Tamizadores motorizado (計測器)
- Planta Piloto: 10 bombas entre 0.55 Kw y 0.75 Kw, 10 celdas de flotacion 0.55 Kw, 3 Tanques Acondicionadores. (浮遊機)

Ing. Oscar Guillermo Pringles  
HIPARSA

附表 2 賃金表 (勞務費)



HIERRO PATAGONICO RIONEGRINO S.A.

Alsina 349  
Tel./Fax: 0920-28719  
(8500) Viedma

Bocamina  
Tel./Fax: 0934-82038  
(8532) Sierra Grande

**COSTO LABORAL** / mes  
(勞務費) 月

金額

CAT.	DENOMINACION	BASICO	ZONA	TOTAL	APORTES PATRON.	TOTAL
1	Peón <i>Worker</i>	\$ 368,20	\$ 36,82	\$ 405,02	\$ 133,66	\$ 538,68
2	Ayudante <i>Assistant</i>	\$ 413,64	\$ 41,36	\$ 455,00	\$ 150,15	\$ 605,16
3	Medio Oficial	\$ 459,96	\$ 46,00	\$ 505,96	\$ 166,97	\$ 672,92
4	Oficial	\$ 551,85	\$ 55,19	\$ 607,04	\$ 200,32	\$ 807,36
5	Aux. Técnicos	\$ 551,85	\$ 55,19	\$ 607,04	\$ 200,32	\$ 807,36
6	Ofic. Especializados	\$ 735,51	\$ 73,55	\$ 809,06	\$ 266,99	\$ 1.076,05
7	Capatáz <i>Foreman</i>	\$ 872,71	\$ 87,27	\$ 959,98	\$ 316,79	\$ 1.276,77
E	Inspector	\$1.000,36	\$100,04	\$1.100,40	\$ 363,13	\$ 1.463,53
D	Supervisor III	\$1.364,36	\$136,44	\$1.500,80	\$ 495,26	\$ 1.996,06
C	Supervisor II	\$1.546,36	\$154,64	\$1.701,00	\$ 561,33	\$ 2.262,32
B	Supervisor I	\$2.000,73	\$200,07	\$2.200,80	\$ 726,26	\$ 2.927,07
A	Jefe de Área	\$2.909,45	\$290,95	\$3.200,40	\$ 1.056,13	\$ 4.256,53



#### 4-3 ベレット工場の現状

##### 1) 沿革

ベレット工場の建設は選鉱工場とはほぼ同時期に行われた。(1973年~1978年)ベレット工場の設計能力は200万T/年(50万T/年シャフト炉4基)で、建設はカナダWright Engineering Ltd.がMidland Ross社(米)をサブコントラクターとしてターンキーベースで受注したが、最終段階で納期大幅遅延を理由に契約が解除された。サブライヤー側としてはHIPASAMで整えるべきインフラストラクチャーの遅れなど建設遅れの理由があったようであるが、ともかく正常な形でプラントの引渡しになされなかったため、性能確認運転はもとより操業方法に関するテクニカルトランスファーなどが行われていない。その後HIPASAM社は独自で建設を続行、プラントを完成させ、一部スウェーデンや北米のコンサルタントを起用しながら操業を開始したが、上記の建設契約破棄が結局以後においてベレット工場の操業がうまくいかない主因となったものと思われる。

1979年9月最初のベレットが焼成されて旧SOMISA向けに3万T出荷された。しかしその後ベレットの焼成能力不足により年間平均焼成量は60万程度にとどまる。

##### 2) 設備レイアウトの概要

ベレット工場はSierra Grande鉄鉱山ならびに選鉱場から32km東の大西洋岸Punta Coloradaにある。ここにはベレット積出棧橋(約1km)が設けられており、焼成されたベレットがコンベアを経て本船に積まれるようになっている。選鉱工場で製造された精鉱は内径20cmパイプでスラリー輸送されて来る。鉱山地域と海岸線の落差が約270mであり、鉄道を敷くよりスラリー輸送を利用してベレット工場を海岸に建設した方が経済的であった。現地は冬期氷点下10度を越えることもあり、主要設備は建屋内に設置するなどウインターリゼーションがなされている。

ベレット工場のフローシートを図1に示す。

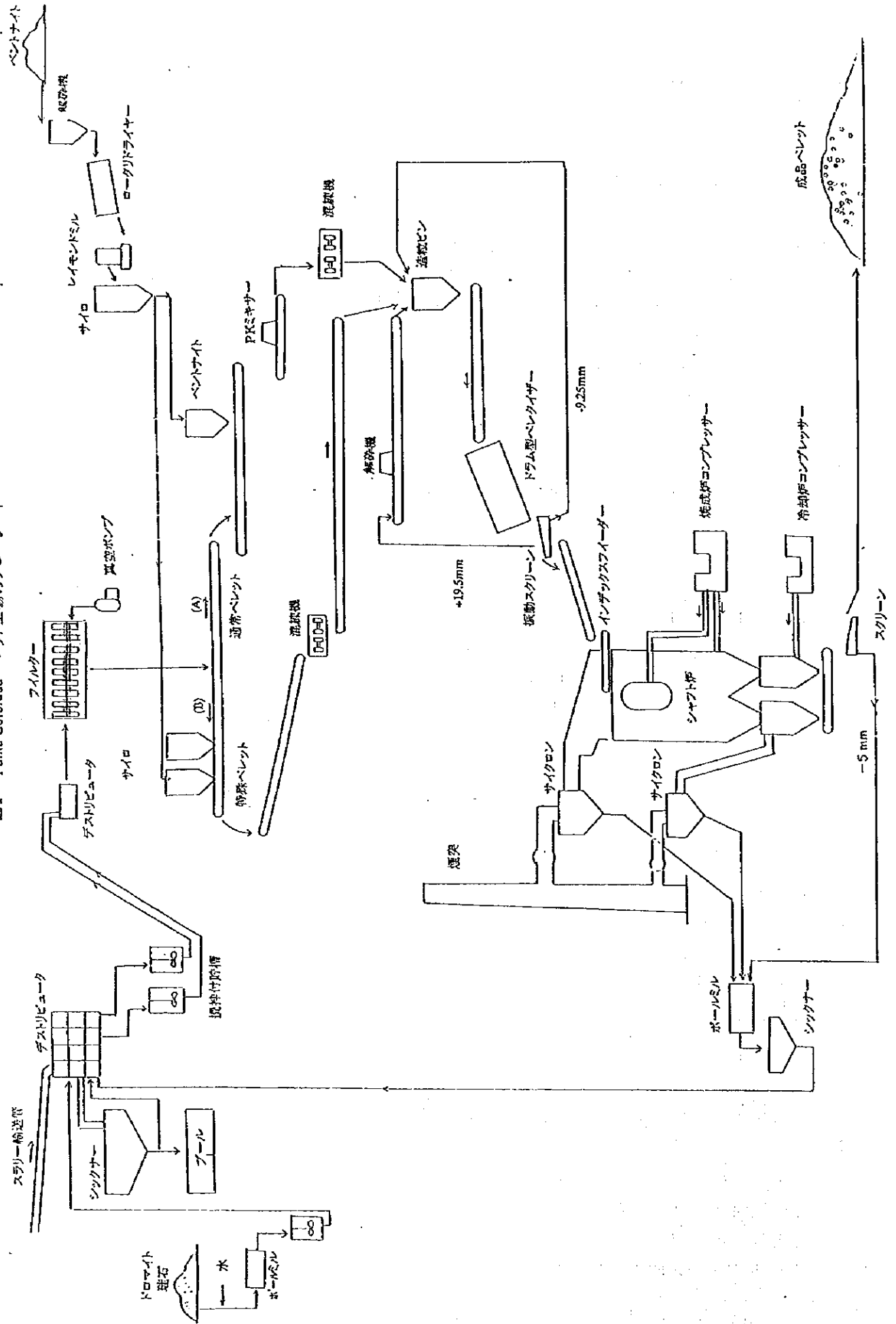
選鉱工場からパイプ輸送で送られて来たマグネタイト精鉱(水分35%)は、固体量が75%まで濃縮されアジテータ付タンクに貯蔵される。フィードはそこから取り出されデストリビュータを経て、フィルターにて水分10%まで減らされる。ディスクフィルターは10台あり、各々のフィルター面積は100m<sup>2</sup>あり、通常6台が使用される。フィルターリングのサイクルは次のようになされる。

- 低真空圧(10"Hg)で精鉱をフィルターメッシュの上に約10mm厚で付着させる。
- 次の段階としてその部分のケーキ水分が9~10%になるように高真空(25"Hg)で吸引する。
- 最後に3~4kg/cm<sup>2</sup>の空気が逆方向に噴射され、付着ケーキをコンベア上に落とす。

フィルター設備によって得られたケーキはコンベアベルトに乗り、造粒用添加物を加えて混合後造粒機に移送される。

建設当初は添加剤としてベントナイトのみを使用していたが(Aライン)、後に焼成ベレットの性状改善を目的として種々の添加剤をも加えることになった(Bライン)。

図1 Punta Colorado ペレット工場のフローシート



ベントナイトは入荷後解砕機で20 mm以下に解砕した後ロータリドライヤーで水分が12%以下まで乾燥、さらにレイモンドミルとサイクロンの閉回路にて粉碎し、微粒を600Tサイロに貯えて必要量を適時使用するようになっている。

ペレットの冶金学的特性を最適化するため、例えば珪砂 ( $\text{SiO}_2$ が85~90%のもの)、ドロマイト ( $\text{MgO}$ 18%  $\text{CaO}$ 35~40%)そして消石灰が加えられた。

その場合珪砂とドロマイトがボールミルにて湿式粉碎した後精鉱へ添加されるようになっている。添加剤の配合は焼成ペレットを出荷する客先によって異なる。

最終成品に必要な添加剤が加えられ、約10%の水分を含有する精鉱はコンベアベルト上のメリックで秤量され、さらに適量のベントナイトが加えられる。

ベントナイトの添加は造粒されたペレットが後工程の移送や加熱に耐える強度を与える目的で行われ、その添加量は通常精鉱原料に対して0.7~1%である。フィルターケーキとベントナイトの混合物はフレットミルで混合されたのち100T造粒サイロに貯えられたのちペレタイザーへ供給される。この造粒サイロ以降ペレタイザー、シャフト炉、成品スクリーンは4つの系統に分かれて操業され、一系統の焼成量(設計値)は50万T/年である。

造粒サイロから定量切出しされた造粒原料は3.65 m径×9.75 m長さで傾斜角が5°に設定されたボーリングドラムに供給される。ドラムは11.5 rpmにて回転し、原料はドラム内を転動しながらその粒径を増し、球状のペレットに成長する。

ボーリングドラム出口端から排出される生ペレットは振動スクリーンにてふるい分けられ9.25~19.5 mmのものが焼成のためシャフト炉へ搬送される。9.25 mm以下は直接造粒サイロに戻り、19.5 mm以上はPKミキサーで解砕後造粒サイロに戻っている。

シャフト炉は4基あり、全体としての公称能力は200万T/年である。シャフト炉は生ペレットを乾燥した後、予熱、焼成し成品としてのペレットに十分な強度をもたせる重要な設備でその構造などについては後述する。

生ペレットはシャフト炉上部に均一になるように装入され、それは炉内を降下しながら燃焼チャンバーから羽口を経て上昇する高温ガスと対向流をなし、最高1370℃まで加熱されてマグネタイトはヘマタイトに酸化されて硬化する。

その後、下部から吹込まれる空気により冷却され100℃以下で大気中へ排出され、成品スクリーンにて-5 mmの粉を除いた後成品ヤードへ運ばれる。-5 mm以下の粉鉱は、シャフト炉排ガス(焼成帯および冷却帯)用サイクロンで捕集されるダストと共に、ボールミルで粉碎された後精鉱ラインに統合する。

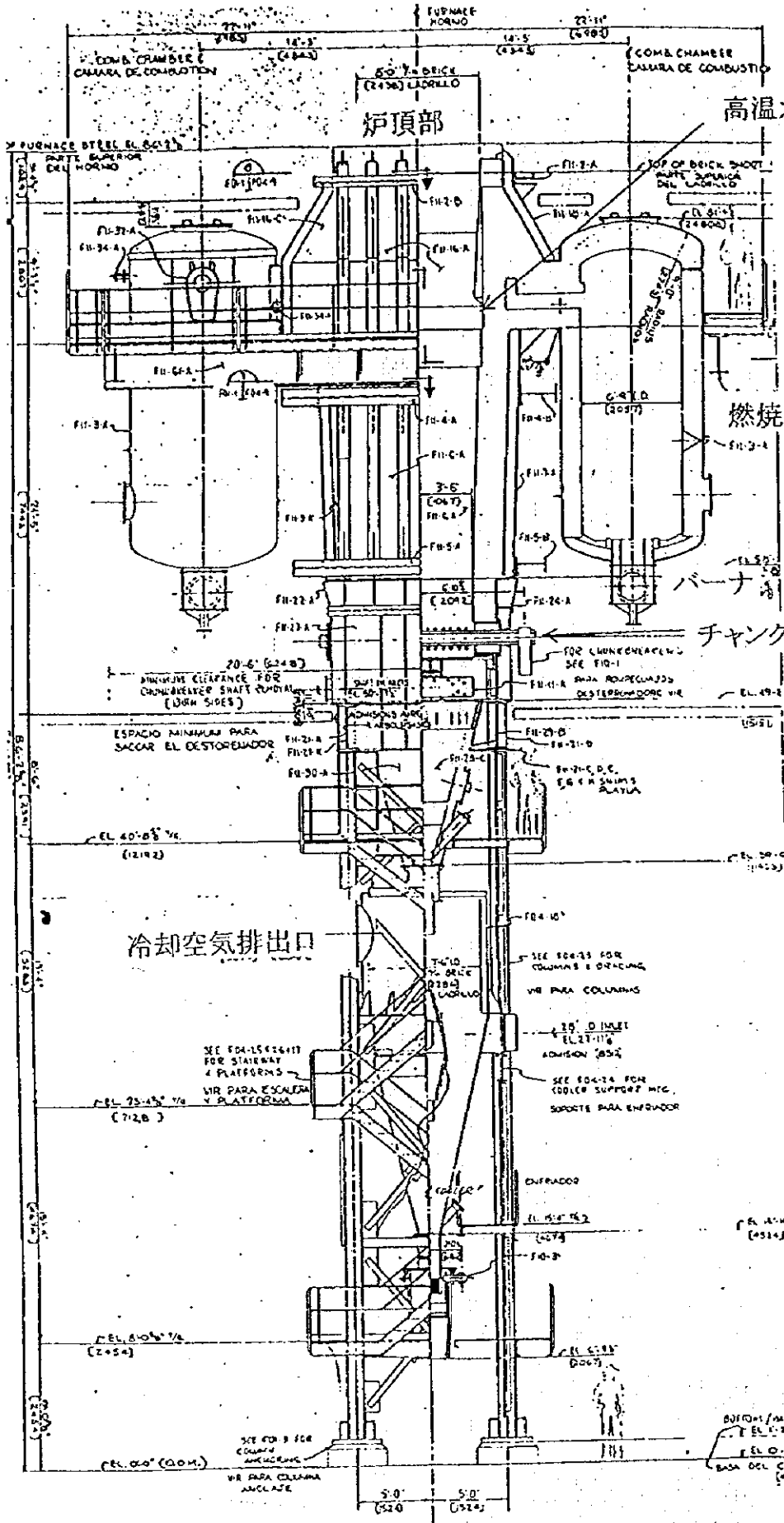
### 3) ペレット焼成シャフト炉の構造と機能

シャフト炉の構造と図2A、図2B、図2Cに示す。

シャフト炉の設計は米国Midland Ross社Midrex Divisionによってなされた。現在直接製鉄(DR)業界で活躍しているMidrex社の前身にあたる部門であるが現在のMidrex社

焼成炉

冷却炉



SECTION 1-1  
1-1

図2-B ペレット焼成シャフト炉の構造(炉長手方向)

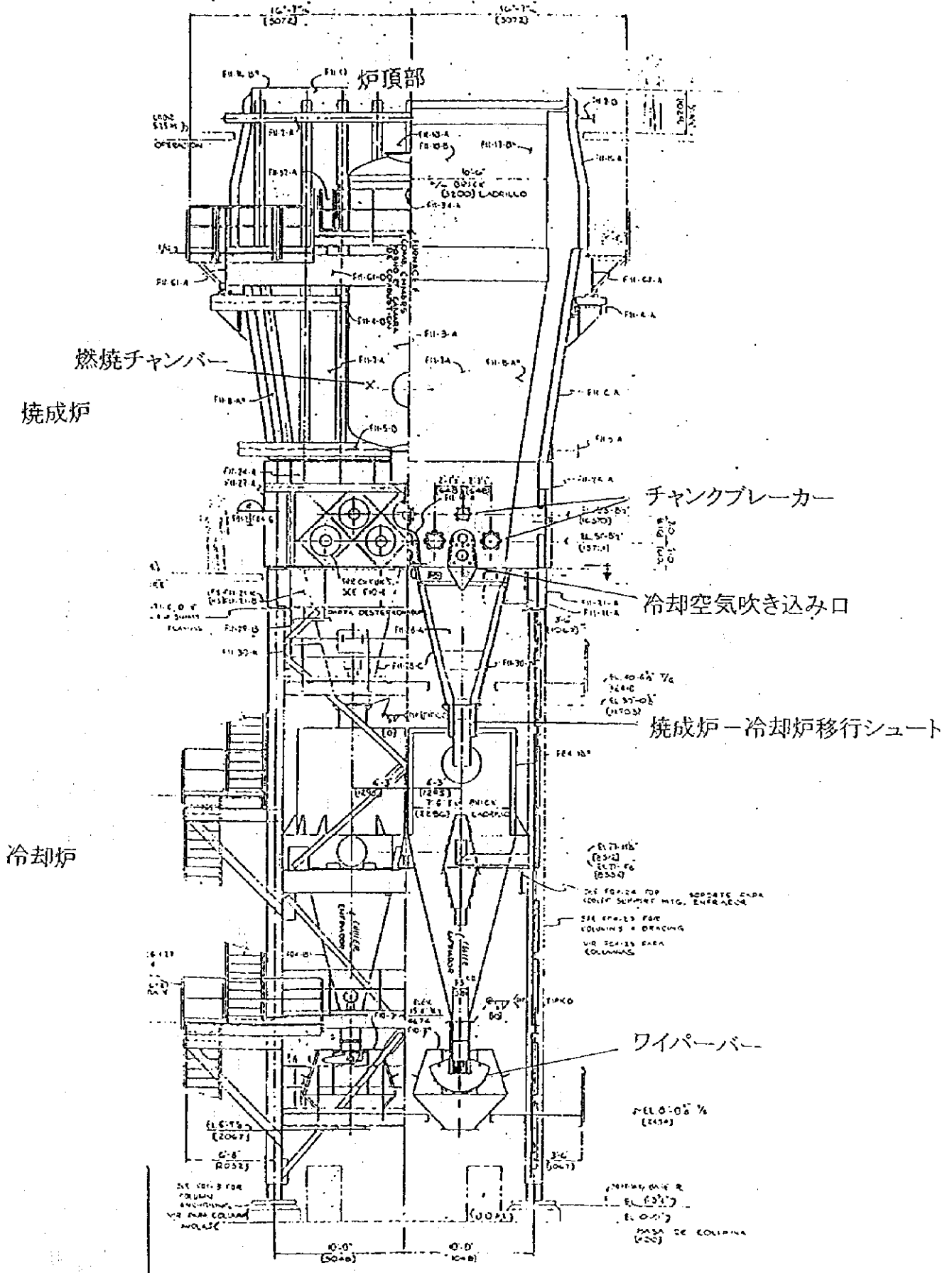
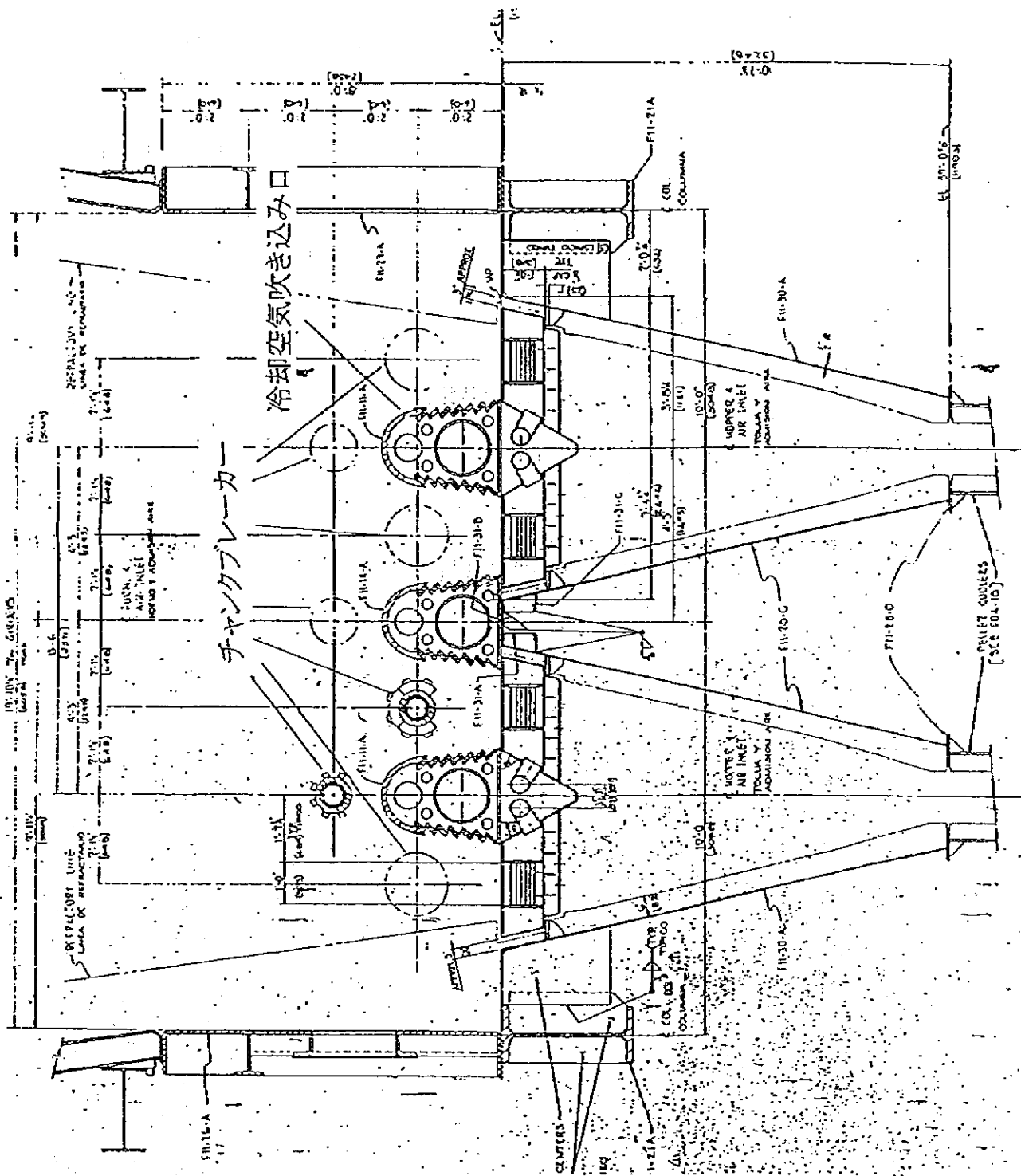




図 3 シャフト焼成炉下部の構造



焼成炉—冷却炉移行シート

SECTION FOR FIG. 4

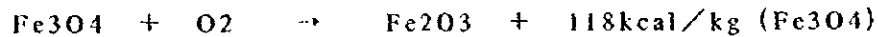
はDRプロセス専業として独立しておりそのオーナーなどもMidland Rossとは別会社となっている。

シャフト炉はペレットの焼成炉と冷却炉が別になっている。図2Bに示されるごとく焼成炉の下部が2つに分岐し、焼成されたペレットはシュートを経て2つの冷却炉へ移行し冷却される方式をとっている。シャフト炉は鉄皮内に耐火煉瓦が巻かれており、その断面は矩形となっており、上部装入部で2.4 m×6.3 mであるが下部方向にテーパがついており、断面が次第にしぼられる構造になっている。焼成炉の高さは1.4 m、冷却炉も含む全体高さとしては約2.6 mである。

生ペレットはシャフト炉上部を往復動するコンベア（インデックスフィーダという）によりシャフト炉に供給され、炉内を降下しながら焼成、硬化するが、焼成熟源としての高温ガスが断面長手方向に2室設けられた焼成チャンバーより供給される。

それぞれの焼成チャンバーは内径2 mで天然ガス燃焼用バーナが下部に設置されており、天然ガスを640 Nm<sup>3</sup>/H焚くようになっている。この焚量に対する燃焼空気は焼成炉内用コンプレッサーから供給され10600 Nm<sup>3</sup>/Hである。燃焼によって得られる高温ガスは約1260℃の温度で48個の羽口から焼成炉内に供給される。

羽口部は75 mm径の羽口孔が断面長手方向（炉片側）に20孔、短手方向（両側）に4孔それぞれあり、水平面に対して35℃下方に熱ガスが吹込まれる。吹込まれた熱ガスは焼成炉下部から吹込まれ、高温のペレットと対向流を形成することによって熱交換された高温空気と統合し炉内を上昇するが、炉内の最高温度帯は、次に示すマグネタイトがヘマタイトに酸化する際の発熱作用が加わるため、羽口ライン（炉頂より約2.5 m）より高いところに存在する。



焼成炉下部から吹込まれる空気は、燃焼チャンバー用バーナ燃焼空気と共通のエアコンプレッサー（3500 HP 3675 rpm）から供給されるが、その送風能力としては90000 Nm<sup>3</sup>/H（1.4 kg/m<sup>2</sup>）である。コンプレッサー供給空気の全体量に対する燃焼チャンバーへの空気量をAir Split（ARと略す）といいその割合がシャフト炉の温度分布などを制御する指標の一つとなる。下部供給空気は図3のごとく3つの吹込口から吹込まれ炉内を上昇する。

下部空気吹込み口レベルとそのやや上にチャックブレーカと称する油圧駆動揺動軸が7本あり、その軸に取り付けられた特殊鋼の歯により、ペレット相互の付着塊を破砕しペレットを下部冷却炉へ導くようにしている。また、このチャックブレーカは付着物の破砕のみでなく、その動作がペレットの円滑な降下の補助ともなっている。

上部燃焼炉から下部冷却炉へ移行するペレットは500～600℃であるが、それは下部冷却炉へ吹込まれる空気により100℃以下に冷却され、成品ペレットとして排出される。

下部冷却炉用空気は専用のコンプレッサー（1250 HP、1485 rpm）から供給されるがその送風能力は（最大）70000 Nm<sup>3</sup>/H（0.5 kg/m<sup>2</sup>）である。ペレットの排出



はワイパーバー（図2-B参照）と称する部分円筒が左右に往復動する構造によって、冷却炉の気密を保ちながら行われる。

#### 4) 操業経過

ペレット工場については前述のごとく建設中にサプライヤーとHIPASAM社とのあいだで契約問題や工期問題をめぐるトラブルがあり正常な形で引渡し運転などがなされていない。

HIPASAMは別に個人コンサルタントを雇い、独自に技術を習得し操業した。そして操業後もとくにシャフト炉焼成に関する問題が多く、低生産量にとどまったとのことであった。表1は精鉱供給量、ペレット生産量、ペレット出荷量を年別にみたものである。この表を見る限り、大まかに見てペレット生産量は精鉱供給量に対応している。

ペレットフィードとしての精鉱は選鉱工場からスラリー輸送したのちフィルターで水分が10%程度とされ、例えば次の割合で添加物が加えられる。精鉱の粒度は比表面積、 $2017\text{ cm}^2/\text{g}$ — $44\text{ }\mu$ ふるい通過量は89%、 $-10\text{ }\mu$ は15.9%である。

焼成ペレットTあたり	
精鉱	0.988T
ベントナイト	15.55kg
ドロマイト	17.74kg
カルサイト	6.75kg
消石灰	0.63

表1 ペレット生産量ならびにその出荷量 (T)

	精鉱量	ペレット生産量	ペレット出荷量
1980	337519	311932	134552
1981	273984	326303	303184
1982	523744	566066	655006
1983	496652	520822	596090
1984	394721	420129	510055
1985	463819	509429	513749
1986	650794	646356	569096
1987	450475	464680	438858
1988	585177	605134	655033
1989	567537	591899	659117
1990	568486	612783	624406
1991	106351	119979	143533

出典：HIPASAM社企業体生産実績表 1997.7.25 Sierra Grandeにて入手

造粒はドラムペレタイザーでおこなわれ、9.25～19.5mmに整粒され、焼成炉へ供給される。生ペレットの性状は次のようなものであった。

水分	9.8%
落下抵抗	11.6回
圧潰強度	1.08kg/p
乾燥ペレット強度	6.08kg/p

ペレット焼成シャフト炉は4基あり、1基あたり50万T/年で合計200万T/年能力である。燃焼チャンバー温度は1250～1280℃に制御され、炉内最高温度は1350～1370℃であった。

代表的な焼成ペレットの性状を表2に示すがそれを要約すると下記のようなものになる。このデータを見るかぎり、化学成分では隣が高いがSは低い値にある。ペレットの圧潰強度は良好であるが、回転強度が低く、石灰など混合したわりにはJIS還元率が低い。

化学分析	
Fe	65.15%
Fe++	1.23%
SiO <sub>2</sub>	3.18%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.78%
CaO	0.867%
MgO	0.433%
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.157%
S	0.0047%
P	0.110%

粒度	+19mm	4.8%	-4.75mm	4.3%
圧潰強度	276.5kg/p			
回転強度	91.2%			
同粉率	(-6.35mm) 6.9%			
JIS還元試験	還元率	62.1%		
	還元後強度	59kg/p		

シャフト炉は1基当たり設計能力としてはペレット焼成量75T/Hであるが過去の操業では、割合安定して稼動したときでも、55T/H程度の能力であった。

55T/Hベースにて代表的な操業におけるシャフト炉焼成条件、物質バランス、熱バランスなどに関するデータ（今回調査にて入手）を表3に示した。

#### 5) これまでの操業における問題点

表2 焼成ペレットの性状の一例(代表的なもの)

現地にてA. E. Cariac技師から入手

Fired Pelets Analisis (wt%)

Ensayos Quimicos

Fe = 65.15 %

Fe++ = 1.23 %

P = 0.110 %

SiO<sub>2</sub> = 3.18 %

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 1.78 %

CaO = 0.867 %

MgO = 0.433 %

Na<sub>2</sub>O = 0.072 %

K<sub>2</sub>O = 0.052 %

S = 0.0047 %

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0.157 %

TiO<sub>2</sub> = 0.120 %

Cr = 0.032 %

Ni = 0.040 %

Zn = 0.016 %

BAS-BIN = 0.274 %

BAS-CUA = 0.263 %

Ensayos Fisicos

Ind."T" = 91.2 %

Ind."A" = 6.1 %

-6.35mm = 6.9 %

Re.Com = 276.5 kg/p

-80Kg = 3.5 %

Granulometria

+19 = 4.8 %

-19+8 = 84.9 %

-4.75 = 4.3 %

T.M.P. = 12.7 mm

Ensayos Metalurgicos

RDI (JIS)

+9.5mm = 72.0 %

+6.3mm = 80.7 %

+3.15mm = 87.2 %

-0.5mm = 9.2 %

LTD

+6.35mm = 54.7 %

+3.15mm = 64.8 %

-0.5mm = 22.4 %

REDUCIBILIDAD (JIS)

GR180 = 62.1 %

Comp.Red. = 59.0 kg/p

(dR/dt)<sub>40</sub> = 0.315 %O<sub>2</sub>/min

RUL (ISO)

DP80 = 55.2 mmca

(dR/dt)<sub>40</sub> = 0.801 %O<sub>2</sub>/min

HINCHAMIENTO (ISO)

Sw = 21.7 %

G.R. = 66.0 %

POROSIDAD

Por = 21.2 %

表 3 過去におけるペレット工場操業データ  
( シャフト炉1基に関するデータ 生産量55T/Hベース)

シャフト炉焼成条件

Air Ratio= 1.05 kgaire/kgc  
 Air Split=38/42%  
 Temperatura de Caperuza=250 / 300 °C  
 Temperatura de Combustión= 1250/1280 °C  
 Temperatura máxima a 15/25 cm del tope = 1350/1370°C  
 Temperatura Transferencia a Enfriadores = 550/600 °C  
 Temperatura Descarga Enfriadores= 60/70 °C  
 Aire Enfriamiento= 55000/60000 MCN/h  
 Tiempo de Retención de la carga: 5 / 5.5 horas  
 Régimen de Producción : 54 / 55 tp/h  
 Caída de Presión: 6000 / 6800 mmca

物質バランス

Balance de Masas			Ingreso	Egreso
Concentrado	Fe3O4	92.75%	974.20	998.97 kg
	GOx	3.45%		
	PxC	0.66%		
Dolomita	PxC	42.00%	17.74	10.29 kg
Cuarcita	PxC	2.20%	6.75	6.60 kg
Cal Hidratada	PxC	25.00%	0.63	0.47 kg
Bentonita	PxC	6.15%	15.55	14.59 kg
Ingresos	Total	100.00%		1030.93 kg
Egresos	Pelets	97.00%		1000.00 kg
"	Finos	2.00%		20.62 kg
"	Polvo	1.00%		10.31 kg
Concentrado/Pelets			Teórico	0.974
			Medido	0.988
			Diferencia	-1.397%

PxC= Perdida Por calcinación  
 GOx= Ganancia por Oxidación

熱バランス

Balance Térmico

Régimen de Producción =		55.00 tp/h
Alimentación Solidos		
Concentrado + Aditivos		56701.03 kg/h
Fe3O4	87.65%	
Aire		
Aire Proceso AR=	1.05	59536.08 kg/h
H2O Humedad PV	11.00%	6237.11 kg/h

Gas Natural			
CeG=	27.50 MCN/tp		
PCS=	9500 kcal/MCN	212.8	
PCI=	8554 kcal/MCN	191.6	
Energía		'c	Ingresos Egresos
Calor Reacción Fe304	0.95	5603992	kcal/h
Calor Combustión GN PCI	0.98	12678531	kcal/h
Calor Cedido al Aire de Proceso			3328067 kcal/h
Calor Remanente Transferencia H-E			6766701 kcal/h
Calor Cedido al H2O (Humedad PV)			5114433 kcal/h
Calor Cedido a los Desterronadores			2400000 kcal/h
Calor Radiación y Convección Coraza			115024 kcal/h
Totales		18282524	17724225 kcal/h
Diferencia =		-558298	-3.05%

Temperatura Aire Proceso	65	280 °C
Temperatura Solidos	15	600 °C
Temperatura H2O	15	280 °C
Temperatura H2O Desterronadores	25	65 °C
Temperatura Coraza	20	75 °C

Calor Reacción Fe304	118.70 kcal/kgFe304
Calor Especifico Medio Solidos	0.204 kcal/kg°C
Calor Especifico Medio Aire	0.26 kcal/kg°C
Calor Sensible Vapor Agua	1.00 kcal/kg°C
Calor. Latente Evaporación	555.00 kcal/kg
Caudal Agua Desterronadores	60.00 m3/h

原単位

Gas Natural=	277047 kcal/tp
Energía Eléctrica=	87.7 kwh/tp
Concentrado =	0.988 tc/tp
Bentonita =	15.55 kg/tp
Dolomita =	17.74 kg/tp
Cuarcita =	6.75 kg/tp
Cal Hidratada=	0.63 kg/tp

ペレット工場の生産能力は200万T/年であるが過去における生産量は表1に示されるごとく1986年に約65万T/年をマークしたのが最大で低い生産性にとどまっている。その最大の原因は、Midland Rossの設計納入した堅型シャフト炉が正常に動かなかったことによるが、その他原料調整系統や水処理設備などにおいてもいくつかのトラブルがあったようである。

#### (i) ペレット焼成シャフト炉のトラブル

シャフト炉が正常に動かないことについて、現象的には次のようなことが起こった。

- ・ 高温ガスの吹抜けが起こる
- ・ 炉内でペレット相互が固着し（いわゆる大型チャックができ）荷が下がらない
- ・ 炉内に局部的高温部（ホットスポット）ができ、煉瓦を損傷、その補修のために操業を停止せざるを得ない
- ・ 成品品質にばらつきが大きい
- ・ 成品品質が悪い

などであるが、その原因は次の2点に集約される。

■ 燃焼チャンバーからの高温熱ガスと炉下部から上昇する冷却空気との均一な混合を欠き、その結果として、温度およびガス量とも均一な上昇流が得られにくい。

■ 装入物の降下が均一に行われていない。

世界各地にあるシャフト炉型ペレットプラントの操業に関する文献や資料をみる限り、これらの問題はシャフト炉の操業において操業者が多かれ少なかれ経験することであり、それぞれそのプラントなりに工夫してかなりの解決をみている。

例えば：

- ・ ストックラインにおける装入分布（高さ）を変更する
- ・ ストックライン部の一部分に邪魔板を入れる
- ・ Air Splitを変更する（焼成温度などを組み合わせて）
- ・ チャックブレーカの位置、作動速度を変更する。

などの対策がとられているが、旧HIPASAM社ではAir Splitの変更などを除いて余り詳しい検討や改善工夫がなされていないようにみうけられた。各社ペレット焼成シャフト炉の設備、操業条件と改造状況を表4に示す。

Air Split（焼成ガス量/吹込み総空気量）についてはその値を0.4以上に保ち、かつマシオ（Air量kg/ペレット量kg）を1.0～1.05に設定しないと成品の品質（とくにTumbler Index 92%以上）が保てないとのことである。

成品品質において圧潰強度とともにTumbler Indexを主要な指標にしており、羽口温度の通常1260℃を1240℃に下げても品質の低下を招き好ましくないとしている。

旧HIPASAMのシャフト炉、またはその操業状況が他のシャフト炉と異なるのは、

ベレット焼成シャフト炉の設備・操業条件と改造状況

表4

工場(名称) 場所	ILPAKSA アルゼンチン	Savage River 南州タスマニア	LTV Steel Mining 米國	Eric Mining 米國	川鉄(千葉) 千葉	PCP フィリピンLatap
概 要	1979 1991 4 200 50	1968 5 200 40	現在も稼働中 24 750 32	948(追加工事1960) 24 750 32	1953 1969 3 120 30.40.50	1965 4 70 18
設 備	Wright Engineering Co. Midland Ross 冷却体分離型 2111 x 811 7911-41n ベルトコンベア 上3,下4	焼成・冷却一体型 21 x 7 ft 5711-31n Index Feeder 上3,下4	焼成・冷却一体型 1811-61n x 711 Sift 上3,下4	焼成・冷却一体型 13-1/211 x 711 5011 Index Feeder	魚住型炉 焼成・冷却一体型 5211 上3,下4	魚住型炉 焼成・冷却一体型 5011 なし
操 業 条 件	精鉱 化学成分(%) Fe P 生ボール粒度 9mm-19mm 焼成温度 (°C) 1290-1280 焼成時間 (H) 55.2 焼成ベレット 化学成分(%) Fe CaO SiO2 P S 277 280000	マグネタイト精鉱 68.7 0.13 >9mm 1300 6 56.56 234 180000	マグネタイト精鉱 1290 4 126000	タコナイト精鉱 1288 4	マグネタイト/硫酸精 10-20mm 1200 5.5 62.2 0.32 3.08 0.004 375 235000	マグネタイト精鉱 13-15mm 1150-1200 6 62.48 0.72 6.09 0.018 253
改 造 ・ 改 善 な ど	・上部焼成炉と下部 冷却炉移行シユート 拡大	・シャフト伊断面は 21x711であったが、 ベレット焼成不足な どあり、断面を 18x711に縮小するこ とによってガス流れ 分布面が改善され、 ベレットの生産性、 品質とも向上した。	・ドラムベレット ザー出口での腐分け 強化 ・チャッキングプレーカー の配座を変更(上0、 下6ととする)とする ことにより、焼成状 態改善しエネルギー 原単位も減った	・選別における生ベ レット品質の改善、腐分 の強化によりシャフト へのガス流れ分布を 改善した。 ・シャフトへの生ベ レットの投入方法を Index feederを用いて 掘力均一にしてガス流 れ改善。 ・Air Splitの割合な ど変更して高原単位低 下	・生ベレット乾燥のた めの熱風吹き込みタク トを改善することによ り、ハースチンが 防止され、炉内還元性が 向上、生産性が20%改 善された。 ・冷却空気の炉内中心 吹き込みにより、復元 付着プロックが防止さ れ、これにより熱原単位 が3-4万kcal低下した	・焼成ベレットの冷 却速度が製品品質に 及ぼす影響などを被 験、製品品質の向上 をはかった。
出典	JICAプロジェクト 1997. 7. 予備調査 1997. 1. 1	64th AIMC Proceeding. P28	F. P. Morawski Mining Eng. May 1963 p10	川崎製鉄技報 1970年10月 p 40	SEAIISI Quarterly Jan. 1974. P7	

・ 一基当たりの生産能力が大きい—シャフト炉としては最大級である（プロトタイプシャフト炉）

このことはガスの均一流れを得るのに不利になる。

・ 上部焼成炉と下部冷却炉が分離されている。

一つのシャフト炉から2方に分岐しシュートを経て冷却炉へ入るので炉下部での荷の流れがやや複雑

・ 炉頂部における昇熱が非常に早い

これは基本的にはシャフト炉の熱バランスから来る問題と考えられるがHIPARSA技術者はマグネタイト精鉱の反応性が非常に高いことによると述べている。

などであるが、なかでも炉頂部におけるペレットの急昇温が大きな問題と考えられ、今後の本格調査で、この問題をいかに解決するかが将来の安定操業を行う鍵となる。

やや概念的になるがHIPARSAシャフト炉内の温度分布を描くと図4のごとくなる。往復動コンベアでシャフト炉頂部へ装入された生ペレットは非常に短時間に昇熱し、装入線から10～20cm程度下は800℃程度となり、その赤熱状態が上部からみえるとのことである。ペレットはその後も温度の急激な上昇を続け羽口ラインより相当上部で1370℃の最高程度に達し、以後羽口吹込温度（1260℃）に下がったのち、しばらくその温度を保ち、羽口下位置から徐々に冷却され、500℃程度で上部焼成炉から排出される。

詳細は温度測定チャートなどが無いので、やや正確さを欠くが現地技術者の話では、装入線から5min程度で最高温度に達しているということである。筆者の経験ではマグネタイト精鉱ペレットはヘマタイトペレットに比べて、乾燥時の耐破裂特性（パースライニング）にすぐれるが、それでも300℃～500℃で5min程度乾燥工程を保持しないと水分の急激な蒸発に耐えずパースライニングする。とくにHIPARSAのマグネタイト精鉱は粒度が細かいため通常の精鉱に比べて乾燥に時間をかける必要があるであろう。炉内でパースライニングが起ると正常なペレット相互の隙間を粉体でふさぐため、層内で通気性の悪い所とよい所ができ通気性のよい所に高温ガスが集中的に通り抜け、いわゆるチャンネリングを起こし、全体が均一な状態で荷下りしにくくなり、その結果として炉内に高温の部分と低温部分ができ、ホットスポットの現出やクラスタリングを招くことになる。

大きなクラスターが出来ると下部に設置されているチャンクブレイカでも破壊することが出来ず操業停止を余儀なくされる。

HIPARSAのシャフト炉において一番重要なことは、炉頂部における温度上昇カーブを緩やかなものに変える必要がある。そのためには、マスレシオ（熱風量kg/ペレット量kg）とAir Splitを下げ、生産速度を上げる方向にすべきであるが、事前にHIPARSA精鉱の加熱特性（乾燥予熱焼成）を把握するモデル試験を行い、その結果に基づいて適正なヒートカーブを実現するための操業条件を設定する必要がある。

炉頂上部のペレット温度の急上昇という問題以外にHIPARSAの炉において、荷下がりや、ガス流れの不均一を招いている可能性のある要因がいくつかある。

#### (1) 上部生ペレット装入装置



図 4 シャフト炉内の温度分布図

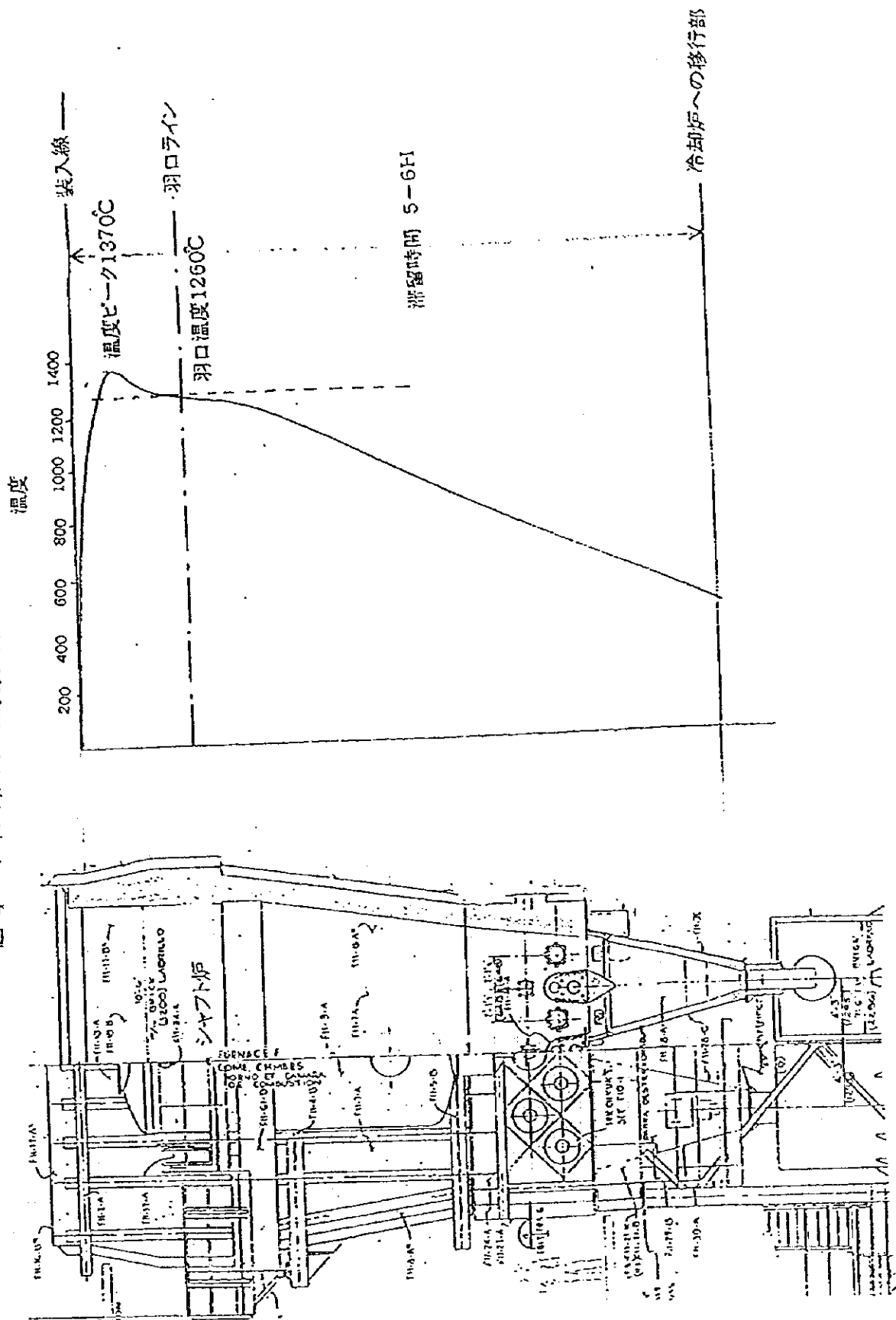


図 5 上部生ペレット装入装置(インデックスフィーダー)

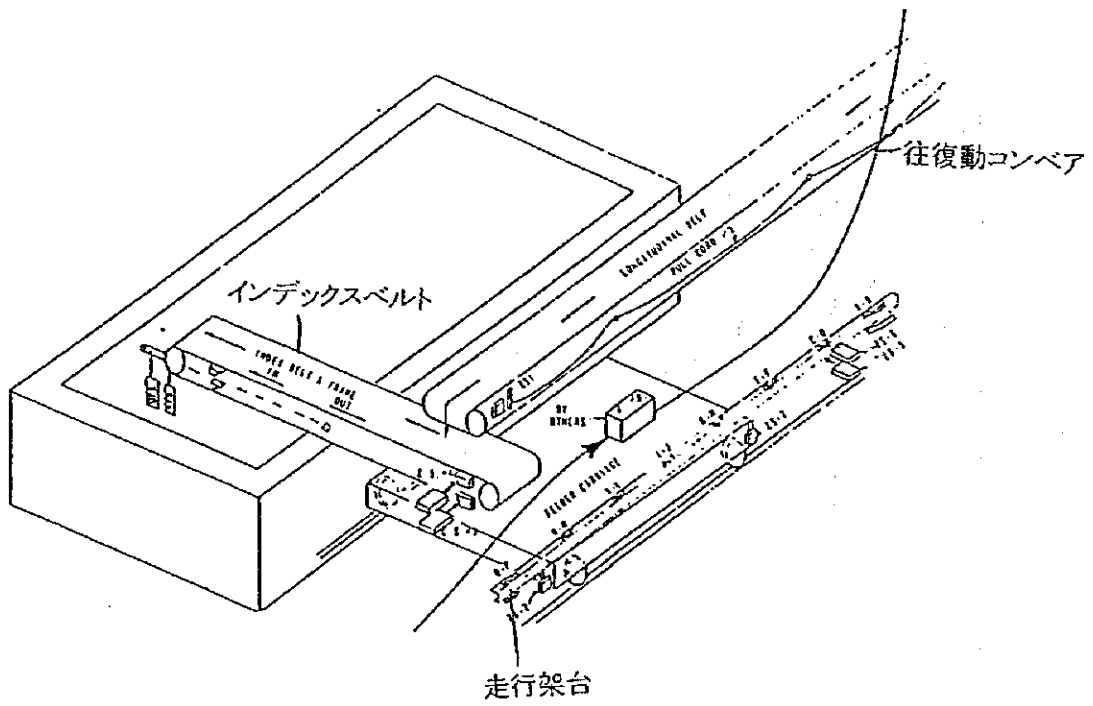
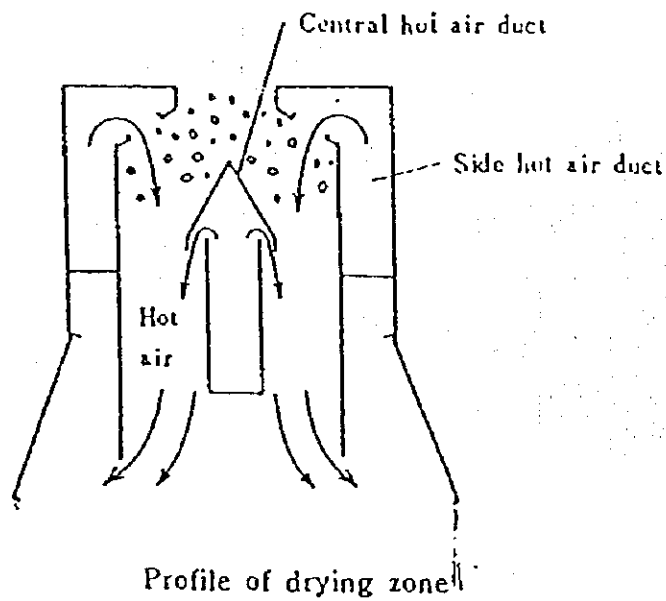


図 6 シャフト炉上部への乾燥帯の設置

(出典:川崎製鉄技報 Vol.2, No.4, 1970)



シャフト炉の操業において、生ペレットを炉頂に均一に、あるいは意図する装入分布形状に装入することが重要である。HIPARSAにおいては図5に示されるシャフト炉長手方向に走行する架台にとりつけられた装入往復動ベルトによる装入（通称インデックスフィーダという）方法が採用されているが、現場技術者によるとこれが頻繁に故障し、生ペレットの装入が必ずしもスムーズに行われていない様子であった。

とくにこの装入装置は制御ループが複雑で、完全に使いこなしていたかどうか疑問がある。各地のシャフト炉型ペレットプラントでもほぼ似たような装入装置使用しているのので、他のプラントにおける事例なども考慮し、本装置のメカニズムや制御システムを見直す必要がある。

### （2）ガス均一流れの問題

焼成されたペレットの冷却、熱回収の目的で下部から吹込まれ上昇する空気と、羽口から吹込まれる空気が羽口の近辺で混合し、温度的にも量的にも均一な状態で炉内を上昇する必要がある。シャフト炉の生産量が大きく炉体が大きくなるとき羽口吹込みガスが炉中心までとどくことを考慮して、矩形に近い炉断面の燃焼チャンバーをはさむ側の中は一定とし、長手方向を延長していく設計方法がとられる。

燃焼チャンバーからの高温ガスは耐火物のマニホールドを経て各羽口から遠い羽口ほど吹込みガス量が減少する傾向にある。

HIPARSAの炉では、断面長手方向に同一径（3"）の羽口が20個と側面にやや径の小さい羽口が2つずつ存在するが筆者は炉内を点検してみて断面隅部分まで十分ガスがまわっているか否か疑問をもった。

また他のシャフト炉に比べて羽口の個数も少なく、羽口数や、ガスの炉内への均一吹込み方法について再検討を要する。

とくに過去20年間冶金炉（高炉や直接製鉄シャフト炉を含む）内におけるガスの流れの適正化については、流熱工学的シミュレーション手法などにおいて大きな発展があり、そのような見地からの検討も望まれる。

### （3）上部焼成炉と下部冷却炉分離型の問題

ペレット焼成シャフト炉の多くは焼成炉と冷却部が一体となった単体型が多いがHIPARSAの炉は分離型となっている。分離型は他に全く例がないわけではなく、モロッコのSeferif工場などもこの形式をとっており、Midland Ross社の設計の特色のようである。

分離型のメリットはシャフト炉上部でのAir Splitなどを考慮せず、十分な量の空気を冷却炉に吹込み、ペレットの冷却を完了させることである。

数百度の高温でペレットが排出されると成品搬送設備の保護のため散水処置を行うためペレットの品質が低下する。一方、分離型では装入物が焼成帯下部で二方向に分岐しシュートを経て、2つの冷却炉へ移行するため、例えば片方のシュートにクラスターが詰った場合炉全体の荷下り異常を招きやすい。（HIPARSAでは事実そのようなことがよく起こった、シュートの径を大きくすることにより少し改善したが、完全なものではないとのこ

と)

よく冷却された成品を得るという面からは冷却炉は保持した方がよく、また移行シュートなどの構造は大きく変えられないと考えるが、チャンクブレーカの位置なども含め、チェックすべき項目である。

上述の各種の検討を行い、荷の均一降下とガスの均一上昇をはかることが望まれる。なかでも炉上部に装入された生ペレットのバースライニング防止の問題は重要であり、既存のシャフト炉の操業条件を変えることによってそれを改善できない場合にはa)シャフト炉上部に乾燥帯を設け、乾燥のためのガス流れを分離する。シャフト炉外部に生ペレットの乾燥機を設置するなどの措置が検討課題となる。

#### a) シャフト上部乾燥帯の設置

かつて川崎製鉄が千葉製鉄所に設置していたペレット焼成シャフト炉でこの方法が採用され、生ペレットの乾燥、バースライニング防止に効果があった。

この方式では図6に示すようにシャフト炉上部に炉断面よりやや小さい仕切りで囲まれた乾燥帯を設け、温度調整された乾燥用ガスが上部側面ダクトならびに中央ダクトから吹込まれ、それは下降しシャフト炉焼成帯からのガスと統合し、排ガス系統へ向かうようになっている。川崎製鉄の場合この乾燥用ガスはシャフト炉と別の熱風発生炉で発生使用していたが、HIPARSAの場合には下部冷却炉の排ガスを使用することができる。

#### b) 外部生ペレット乾燥機の設置

この方法は、シャフト炉の外部に乾燥熱風が通過する炉を設けその中に金属製メッシュコンベアに載った生ペレットを移動させ乾燥させるものである。乾燥熱風としては、冷却炉の排ガス又は焼成炉の排ガスを利用することができる。

シャフト炉方式ペレット工場に使用された例はないが、神戸製鋼加古川製鉄所にある直接還元製鉄炉 (Fastmet) の前工程に使用されて効果を上げている。

#### ( i i ) HIPARSAペレット工場操業におけるその他の問題点

過去における生産性が低い主因は上記のシャフト炉操業にあったがその他にも現地技術者が指摘した、問題点と彼等とのディスカッションの中で相互に考えついた今後の対応案をかかげておく。

#### a) 精鉄脱水の問題

スラリー輸送されて来たマグネタイト精鉄はいったんシツクナーで20%程度の水分にした後、デスク型フィルターで脱水される。

ボーリングドラムでの造粒最適水分は8-9%であるがHIPARSA精鉄は粒度が細かく、10%以下に脱水することが難しい。そのため、生ペレットの性状がやや悪く、リターンが多いことがある。ボーリングドラムからシャフト炉までの輸送に耐え、またシャフト炉内で良好な通気を保つためには、強度がしっかりして形状のととのった生ペレットが必要である。

現在あるデスクフィルターの機能を見直すとともに、十分な脱水に無理があるようであれば、新しい脱水機を設置することを考慮すべきであろう。最近では下水汚泥の処理など

を目的として高速で効率のよい脱水機が多く存在している。現地技術者は加圧脱水法としてのLAROX方式又は熱風による乾燥方式の採用を提案していた。

#### b) 添加剤添加系統の問題

HIPARSAペレット工場では当初ベントナイトだけを添加剤としていたが、焼成ペレットの品質改善の目的（客先側からも配合にいろいろな要求があった）として各種の添加剤を加えている。それらは、珪砂、ドロマイト、消石灰、石灰石などであるが、添加剤の種類や配合量と焼成ペレットの還元特性などとの関連を整理した上で使用しているのではなく、品質改善のための客先の要求や世間の情報から、若干やみくもに配合していたきらいがある。

また例えば珪石やドロマイトは粉破後精鉱スラリーへ添加し、ベントナイトは造粒直前に添加するなどの方法をとっており、添加剤によっては系内でのラグタイムなどを生じて造粒時常に目標とする配合割合になっているかどうか疑問がある。

シンプルで間違いのない添加剤配合の方法がとられるべきである。又、現地技術者の説明では、ベントナイト、消石灰の添加を、フィルター下ケーキ搬送コンベアに設置されたメリックの測定量で制御するが、ケーキがフィルターからコンベア上に落下するショックでメリックが正常に作動しにくいなど単純な不備点もある。

#### c) 計測・制御系統

プラントに設置されている計測・制御機器は70年代初めのものであり、かなり古い。心臓部のシャフト炉まわりだけでも新しいもの更新する必要があるかと思われる。コントロールに接続している計測点も少ないようで、例えば、シャフト炉内適正温度パターンを実現するような温度計測、風量測定その他の制御機器は最新のものを設置することが望まれる。

#### d) 水処理系統

精鉱スラリー、フィルター脱水水分、工場洗浄水などはシツクナーで固液を分離する、シツクナー上澄水は2区画に仕切られた10000 m<sup>3</sup>プールで貯水され、そこから工場使用水が循環するようになっているが、全体のバランスがくずれ、プール内水が外にあふれ、海域に流出することがあるという。

プール内の水もかなり汚れており、工場内でそのまま循環使用できない（機械類の冷却水など）場合があり水循環回路全体の見直しと一部循環水の清浄化対策が必要である。以上の説明と重複するが、HIPARSAペレット工場における過去の主要トラブルと今後の対応策を表5にまとめた。

表5 過去のトラブルと今後の対応策

	過去における主なトラブル	今後の対応策
原料系統	精鉱が細かくフィルターで脱水しにくい	フィルター設備の見直し
	造粒添加剤の添加量が正確にコントロールされない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・添加剤添加位置の見直し</li> <li>・添加剤種類の単純化</li> <li>・計測制御機器の更新</li> </ul>
シャフト炉	インデックスフィーダが頻繁に停止する	・メカニズム 制御の見直し
	生ペレットのバースティングが激しい	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉内熱バランス、ヒートパターン の見直し</li> <li>・場合によっては乾燥システムを別途考慮する</li> </ul>
	ホットスポット発生による操業を止めざるを得ない	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生ペレットバースティング防止</li> <li>・原料降下、ガス流の適正化</li> </ul>
	大型クラスタの発生により操業を止めざるを得ない	同上
	炉内の荷下り異常 チャンネリング、棚吊り	同上
	焼成炉と冷却炉間のシュートの頻 繁な詰り	<ul style="list-style-type: none"> <li>・クラスタリングの防止</li> <li>・シュート部の構造見直し</li> </ul>
	ワイバーバー下コンベアの焼損	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷却炉での冷却の強化</li> <li>・コンベアを不燃材に変更</li> </ul>
	その他	循環水清浄化検討
	回収水プールの汚れと溢出	水循環回路の見直し
	炉況異常の黒煙発生	炉況の正常化

#### 6) ペレットまたはHBIの製造と輸出について

将来ペレットを輸出するためには品質と価格が重要であることはいうまでもない。品質として化学性状、物理性状、還元性状などがあるが、選鉱技術の検討においてPの問題が解決すると、HIPARSAペレット化学成分は鉄分量（添加剤と余り加えない限りにおいて）、硫黄含有量とも申し分なく、また後二者はシャフト炉におけるペレットの焼成が正常になればそれにともなって解決しうるものと考えられる。

参考として高炉ならびに直接製鉄用ペレットとして望ましい品質を整理して表6に示した。この表はペレットユーザ側が望む数値を筆者がまとめたものであり、契約スペックそのものではない。HIPARSAペレット品質に望まれるのは冷間強度や粒度などのばらつきをできるだけ少なくすることと、還元途中における粉化防止策である。前者はシャフト炉の安定操業の実現によってある程度達成できると考えられるが、後者については石灰石または消石灰などを適正量添加する必要があるかも知れない。

6) ベレットまたはHBIの製造と輸出について

将来ベレットを輸出するためには品質と価格が重要であることはいままでもない。

品質として化学性状、物理性状、還元性状などがあるが、選鉱技術の検討においてPの問題が解決すると、HIPARSAベレット化学成分は鉄分量（添加剤と余り加えない限りにおいて）、硫黄含有量とも申し分なく、また後二者はシャフト炉におけるベレットの焼成が正常になればそれにともなって解決しうるものと考えられる。

参考として高炉ならびに直接製鉄用ベレットとして望ましい品質を整理して表6に示した。この表はベレットユーザ側が望む数値を筆者がまとめたものであり、契約スベックそのものではない。HIPARSAベレット品質に望まれるのは冷間強度や粒度などのばらつきをできるだけ少なくすることと、還元途中における粉化防止策である。前者はシャフト炉の安定操業の実現によってある程度達成できると考えられるが、後者については石灰石または消石灰などを適正量添加する必要があるかも知れない。

表6 高炉ならびに直接製鉄用ベレットとして望ましい品質

項目	高炉用ベレット	DR用ベレット
化学組成	64 — 66%	67% Min
TFe		2 % Max
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
P	0.05% Max	0.02% Max
S	0.02% Max	0.02% Max
圧潰強度		
平均	250kg Min	250kg Min
100kg 以下	3% Max	
回転強度	95% Min	95% Min
+ 5 mm		
粉率	2% Max	4% Max
— 1 mm		
粒度分布	8—15 mm 85% Min	95% Min
	— 5 mm 4% Max	5% Max
ふくれ指数	14% Max	
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・還元後の圧潰強度が高いこと</li> <li>・高温での被還元性がよいこと</li> <li>・軟化溶融温度が高いこと</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被還元性がよいこと</li> <li>・還元中に粉化が起こらないこと</li> <li>・還元中にクラスタリングしないこと</li> </ul>



コスト的には市場に出回っている他のペレットと類似の値段で売れるか否かがポイントとなる。代表的な粉鉄およびペレットの市場価格（FOBベース）を表7に示した。通常売買価格はFeユニット当たり（%あたり）US\$で示されるが、同表の右端にFeを66%と設定し、その場合のペレットT当たり価格（US\$）を示している。

表7 代表的な粉鉄およびペレットの市場価格（FOBベース）

銘柄	年度	Fe%当たり US¢			US\$ Fe (%) を66%と設定した T当たりコスト (1997年)
		1995年	1996年	1997年	
ブラジル					
MBR 粉鉄			28.57	28.88	19.06
CVRD Carajas 粉鉄		28.38	30.00	30.15	19.90
CVRD ペレット		49.14	52.40	52.10	34.39
カナダ					
QCM 精鉄		27.90	30.00	30.00	19.80
QCM ペレット			53.80	53.25	35.15
IOC ペレット		50.05	53.80	53.25	35.15
スウェーデン					
LKAB 精鉄		30.85	32.70	32.70	21.58
LKAB ペレット		52.40	55.80	55.10	36.37

本表をみるかぎり、ブラジル、北米、スウェーデンなどで製造、販売されているペレットのFOB価格は（1997年度）\$35/T前後であるので、HIPARSAペレットの製造コストを検討するさいそれらの数値が対照すべき指標となる。

Sierra Grande鉄鉱山で採掘される鉄鉱石はかなり複雑な地下採掘というハンディを背負っており、今回入手した鉄鉱山関係の資料によると効率よく掘った場合でも採掘費は鉄鉱石1T当たり\$8.2程度としている。（設備償却費を含まない値）

精鉄量に対する鉄石量は約2倍であり、選鉄における操業コストを約5.5ドルと推定すると、精鉄コストは21ドル前後となる。表7における粉鉄の市場価格が\$19~21/Tであり、これは販売利益などを含む値であることから、HIPARSAの精鉄をそのまま市場に出すことはコスト的に引き合わないことがわかる。

すなわち、輸出にあたっては、設備費が既に償却済みとみなす既存の工場にてペレットにして輸出するかまたはペレット工場の後工程として新規HBI工場を建設して、地元の安い天然ガスを使ってHBIを作ることが今後の検討課題となる。

これまでのアルゼンティン側との協議にもとづいて、ペレットのコストを試算する場合、既設の設備部分の償却分は一応0とみなせるが、100万T/年規模で正常な運転を再開するための設備改造などに関する新規投資分は製造コストにふくめる必要がある。新規設備投資額は今後の本格調査で見積りされるべき重要な項目であるが、仮にUS\$20 Millionとしたときのペレットコストの構成を表8に示した。

表8 ペレットの製造コスト構成の一例

(精鉱コスト: \$21/T 新規設備投資額\$20 Millionのとき)

	単価\$	原単位	コスト\$/T	
精鉱	21/T	1.0T	21.0	
ベントナイト	60/T	0.008T	0.48	
その他添加剤	30/T	0.01T	0.30	
天然ガス	1.1/GJ	0.8GJ	0.88	
電力	0.035/kWh	60	2.10	
水	0.34/T	0.5	0.17	
補修費など			2.00	
労務費			1.40	
減価償却			1.67	
金利			1.05	
計		ペレット	コスト	31.05

この表ではペレット焼成のための燃費、電力などの消費量を従来の操業より若干効率の高いものとした原単位を使っている。人件費(労務費)は運転総員70名とし、年間平均サラリー

\$20000/人とした。

新規設備投資額の減価償却期間は12年とし、資金は金額を借入金とし、利率は5.5%として設備償却期間で完済するものとしてコストを計上している。

この仮定を置いた計算の結果として、HIPARSAペレットのコストは\$31/Tとなったが、表7に示される市場にあるペレットのFOB価格が利益などを含むコストであることを考慮してもfeasibleの領域にあるコストと考えられる。

図7は精鉱コストを\$19~23/Tとした場合の新規投資額別ペレットコストを示しており、図8は精鉱コストを\$21/Tとしたとき新規投資額がペレットコストに及ぼす影響を示している。輸出ペレットコストに競争力をもたせるには、採掘から選鉱までの工程を効率化し精鉱コストを極力下げること、ペレット工場における新規設備投資額を低くおさえることが重要である。新規設備投資が例えばUS\$30 Millionを越えるような状況ではそれを借入金などで賄うかぎりF/Sは成立しないであろう。図9は精鉱コストを\$21/Tとして、ペレット工場の生産量がペレットコストに及ぼす影響をみている。ペレット工場の生産量が目標とする100万T/年に至らないとき、製造量10万T減少当たりペレットコストが約\$0.5/T増加する。

次にHBIの製造とその輸出について検討する。HBIは鉄鉱石またはペレットを直接製鉄用還元炉で還元したのち熱間で圧縮成型することによって製造される。

HBIの製造方法として、流動層還元炉を用いて粉鉱を還元して製造する方法と、ペレットまたは塊鉄石をシャフト式還元炉と用いて還元して製造する方式があり前者としては、FIOR法、Lurgi法などがあり、後者としてはMidrex法、Hyl法などがある。粉鉄を還元して直接HBIを製造する方法では、ペレットの焼成工程が不要のためコスト的メリットが大きい、これには現状次のような問題点がある。

- ・ 鉄石粉体の粒度調整が容易でない。
- ・ 0.1～1 mm程度が適正粒度でHIPARSA精鉄は微細過ぎる。
- ・ 流動層操作の難しさ
- ・ 現在商業的に成立しているプロセスはFIOR法だけである。

FIOR法においても、多段流動層を使用する複雑さから、その操業操作が容易でないことがいわれている。

Iron Carbide法は、商業プラントが設置されたが、いまだ正常な操業に至っていない。

Lurgi法についてはまだ商業プラントの実績がない。

・ マグネタイト鉄石（HIPARSA精鉄）は従来流動層の還元用に用いられているヘマタイト鉄に比べて難還元性である。

以上のことから、HBIを安定して生産量するための信頼性ある方法としては、その商業プラントでの実績も多いシャフト炉プロセスということになる。現在世界におけるHBIの総生産量は年間400万Tであるがその9割がシャフト炉法で製造されている。

図11にシャフト炉法によるHBI製造の概念を示した。

図11 還元鉄製造シャフト炉によるHBIの製造

(出典：Direct From Midrex: 4th Quarter 1985)

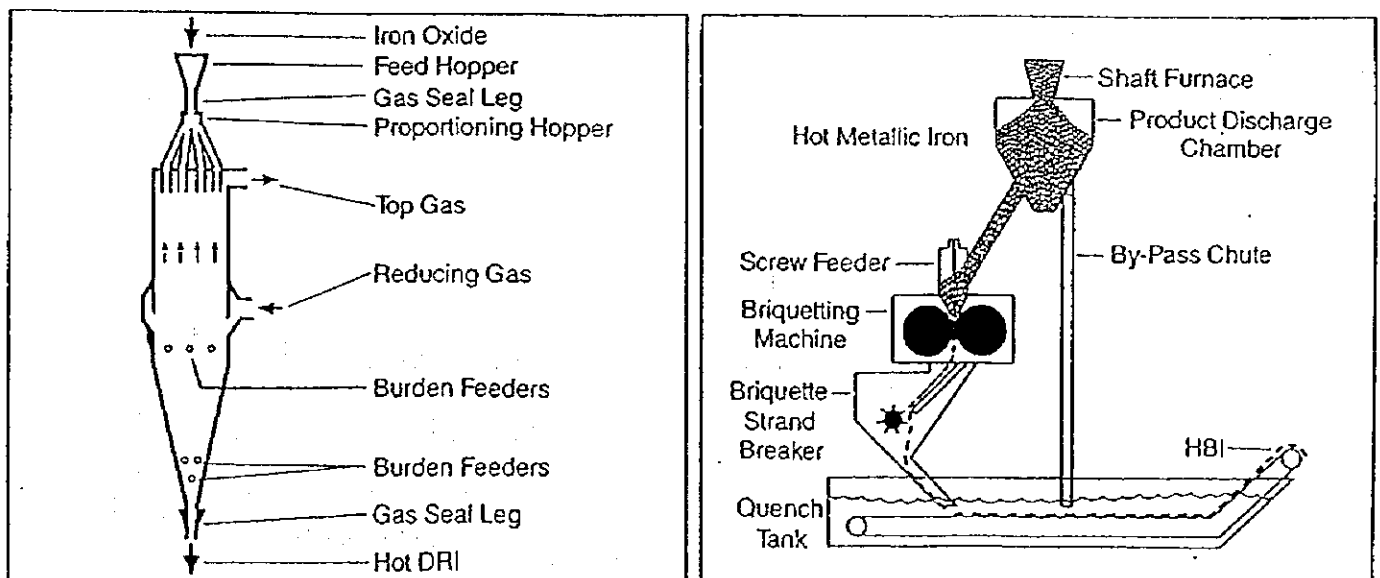


図7 精製コストとペレットコストの関係

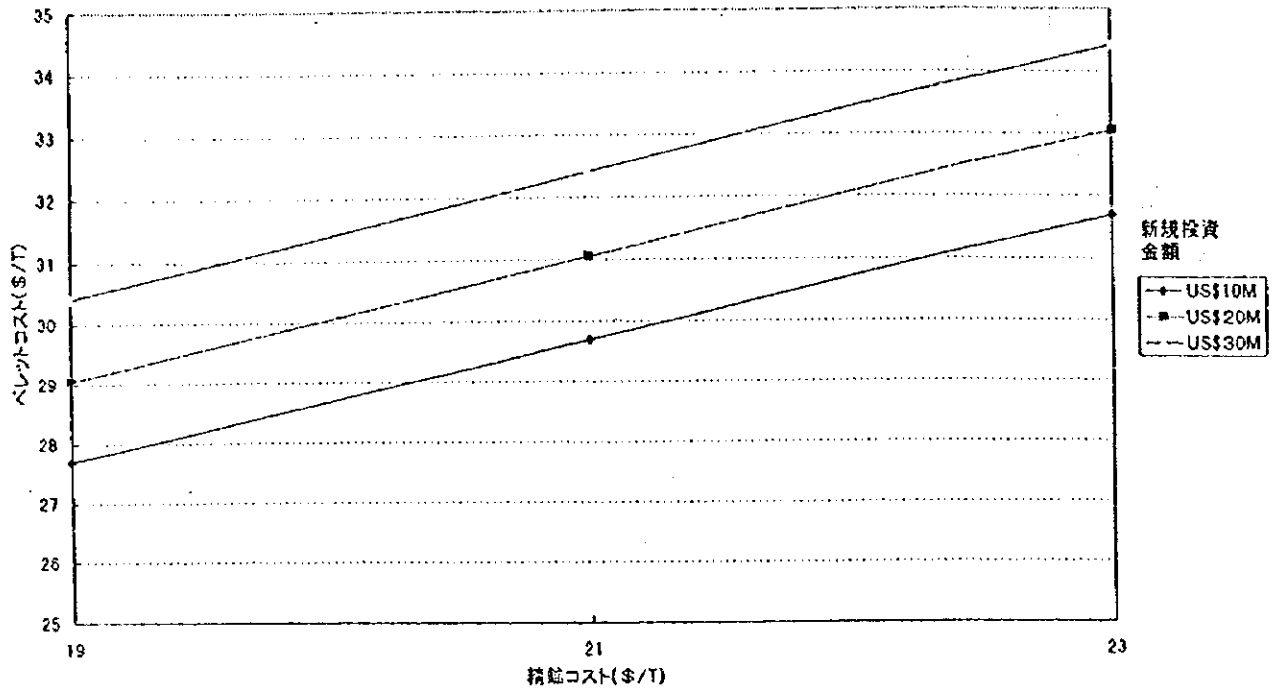


図8 新規投資額とペレットコストの関係

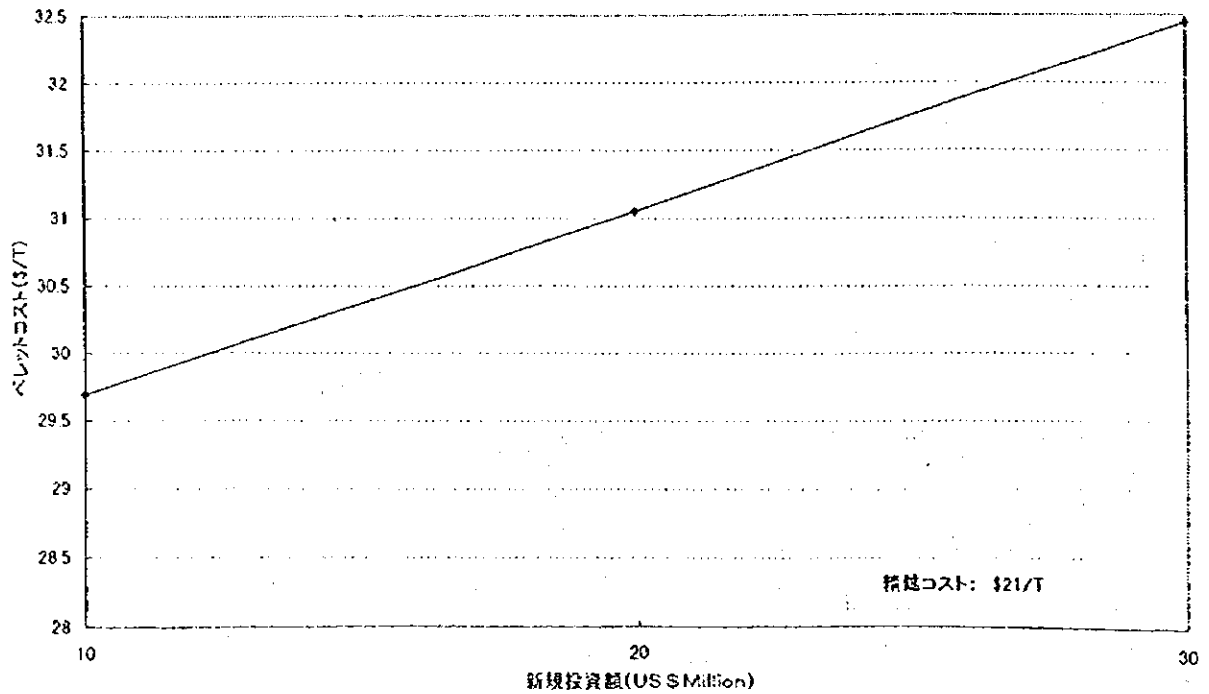


図9 ベレット生産量とベレットコストの関係

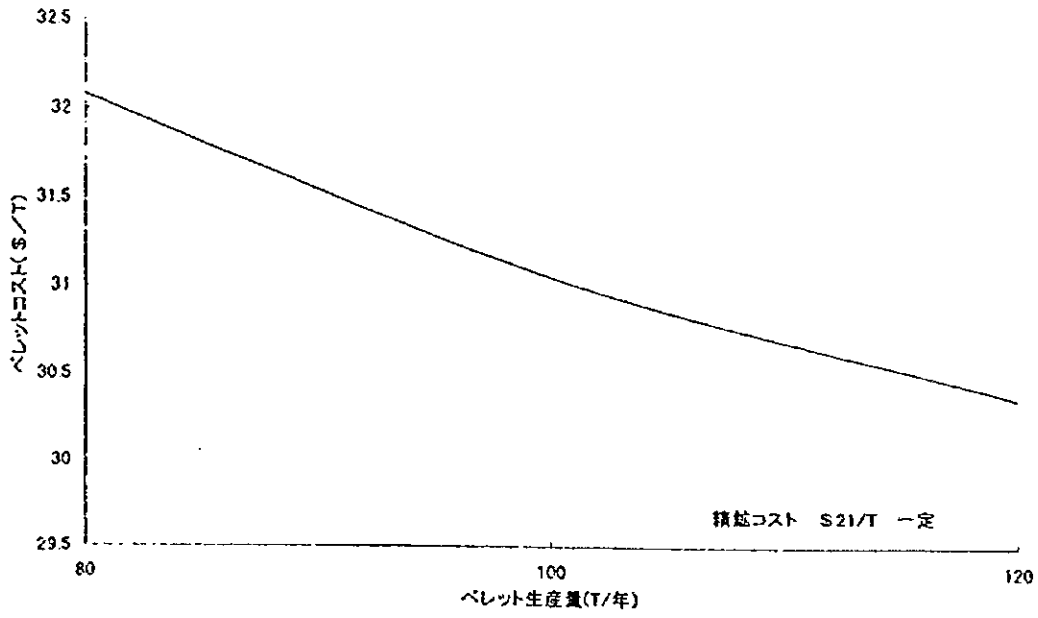
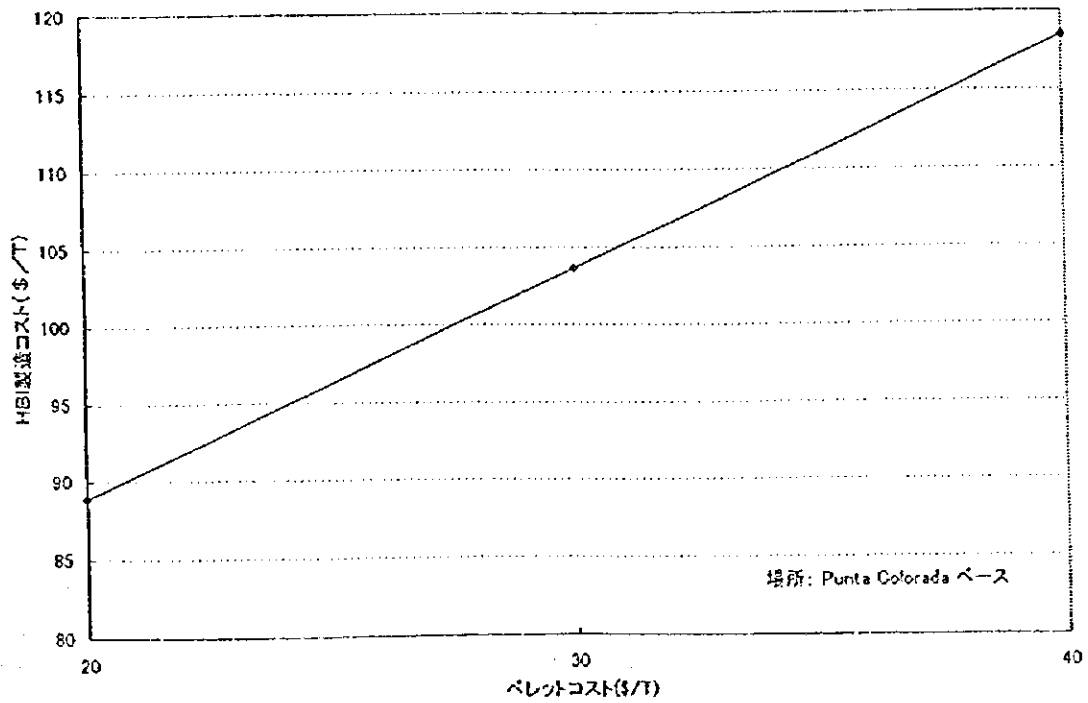


図10 ベレットコストとHBI製造コストの関係



(A) はシフト炉を示し上部から酸化ペレット又は塊鉄石を供給し、それは炉内を降下して羽口から吹込まれ上昇する。

還元ガス（天然ガスを分解して製造した  $\text{CO}+\text{H}_2$  ガス）で  $800\sim 900^\circ\text{C}$  で還元され高温状態で炉下部へ至る。(B) はその高温状態の還元鉄を高温ブリケット装置で成型し、短時間の水中冷却を経た後HBIとして排出するシステムを示している。

Punta ColoradaにHBI製造プラントを設置しHBIを製造輸出することは新たな設備投資をとまなうが、現地における天然ガスコストが安いので割合安い処理費でHBIが製造され、既存プラントで焼成されたペレットが競争力あるコストで輸出できないとき、それに付加価値をつけ利益を追求する一つの方法である。

既存ペレット工場の生産量を100万T/年とすると、それに相当するHBIの製造量は75万T/年となる。

図10はPunta ColoradaにHBI製造プラントを設置した場合のペレットコストとHBIコストの関係を示している。

この計算においてはHBIプラントの建設費を\$142 Millionとし、設備償却期間12年、借入金利率を5.5%とした。また天然ガスのコストは\$1.1/GJとしている。

米国におけるHBIの取引価格が\$130~150/Tであることを考慮すると、Punta Coloradaにおけるペレットの焼成が\$30程度で行われたとき、米国への輸送費、その他諸経費\$20を考慮しても十分利益があることがわかる。

表(A)はHIPARSAのペレットが\$31/Tで製造されたと仮定したとき、さらにPunta Coloradaに設置されたHBI工場でHBIを製造した場合のコスト構成を示している。表(B)は米国国内でのペレットの購入コストを一応\$45として、HBIのコスト構成をみたもので米国国内では設備調達費はPunta Coloradaに比べて約1割安いがペレット焼成の燃料費や天然ガスコストが高いことからHBIコストは割高になる。

以上のことからPunta ColoradaにHBIプラントを設置することが有望にみえるが、これはあくまでも精鉱中のPが通常のHBI原料の値まで下がることにもとづいたF/Sであり、経済的検討に先立ち、各工程での生産性確保やPの低減などに関する技術的検討がまず第1に重要であることを強調しておきたい。

表 9(A) Punta Colorado ベースHBI製造コストの構成

項目	DRシャフト	コスト	MDA-1.0	計算日付	97.11.30
鋼製造規模(T/Y)	0.000	プロジェクト設置場所	Punta Colorado	金利	0.055
見償(年)	1,997,000	償却年数(年)	12,000		
コスト(貨幣)	US\$				
設備費	規模(T/年)	設備費(コスト/基)	Annual(コスト/T)		
焼結工場			#DIV/0!		
3-2工場			#DIV/0!		
製鉄工場	750,000,000	142,162,900,000	189,551		
製鋼工場			#DIV/0!		
連動工場			#DIV/0!		
大項目	項目	数量	単位	数量	コスト
製鉄工程					
基石					
	バレット(DR)	31,000	T	1,480	45,880
燃料	3-2		T		0,000
	石灰(PC)		Kg		0,000
	天然ガス	1,100	GJ	10,470	11,517
	ガス燃料	2,500	GJ		0,000
3-2工程	水蒸気	11,800	GJ	0,020	0,236
	窒素	0.027	Nm3		0,000
	酸素	0.040	Nm3		0,000
	電力	0.035	Kwh	110,000	3,850
	水	0.340	T	1,000	0,340
	消費品(HBI)	0.000	Nm3		3,000
耐火物	耐火煉瓦	650,000	T		0,000
設備、労務	補修費				7,582
	労務費	90,000		20,000,000	2,400
		人数	年間給与		
	原価償却				15,796
	金利、税金				9,989
	工場管理費				4,549
副産物	電力	0.040	Kwh		0,000
	ガス	0.000	GJ		0,000
	3-2	6,110	T		0,000
炉外処理費					0,000
合計					105,138
					105,138

表 9(B) 米国ベースHBI製造コストの構成

項目	DRシャフト	コスト	MDA-1.0	計算日付	1977.11.30
鋼製造規模(T/Y)	0.000	プロジェクト設置場所	USA	金利	0.055
見償(年)	1,997,000	償却年数(年)	12,000		
コスト(貨幣)	US\$	円/\$			
設備費	規模(T/年)	設備費(コスト/基)	Annual(コスト/T)		
焼結工場			#DIV/0!		
3-2工場			#DIV/0!		
製鉄工場	750,000,000	129,239,000,000	172,319		
製鋼工場			#DIV/0!		
連動工場			#DIV/0!		
大項目	項目	数量	単位	数量	コスト
製鉄工程					
基石					
	バレット(DR)	45,000	T	1,480	66,600
燃料	3-2		T		0,000
	石灰(PC)		Kg		0,000
	天然ガス	3,500	GJ	10,470	36,645
	ガス燃料	2,500	GJ		0,000
3-2工程	水蒸気	11,800	GJ	0,020	0,236
	窒素	0.027	Nm3		0,000
	酸素	0.040	Nm3		0,000
	電力	0.040	Kwh	110,000	4,400
	水	0.150	T	1,000	0,150
	工場空気	0.000	Nm3		0,000
耐火物	耐火煉瓦	650,000	T		0,000
設備、労務	補修費				6,893
	労務費	90,000		44,460,000	5,335
		人数	年間給与		
	原価償却				14,360
	金利、税金				9,080
	工場管理費				4,924
副産物	電力	0.040	Kwh		0,000
	ガス	0.000	GJ		0,000
	3-2	6,110	T		0,000
炉外処理費					0,000
合計					148,623
					148,623

1997年の世界の鉄鋼見掛消費予測(鋼材ベース)  
(単位:100万トン、%)

地域および国	1996年	1997年	1998年	1997/1998	
	(実績)	(見込)	(予測)	増減量	増減率
E U (15)	114.1	123.0	125.4	2.4	2.0
ドイツ	30.9	34.1	35.2	1.1	3.2
イタリア	23.3	24.9	25.4	0.5	2.0
フランス	14.1	15.2	15.2	0.0	0.0
英国	13.1	13.8	13.4	▲0.4	▲2.9
その他西欧	15.3	16.4	16.4	0.0	0.0
東欧	15.8	16.6	17.2	0.6	3.6
ポーランド	5.9	6.3	6.7	0.4	6.3
旧ソ連	35.0	35.0	36.0	1.0	2.9
ロシア	17.4	17.2	18.0	0.8	4.7
ウクライナ	10.0	10.0	10.0	0.0	0.0
米国	106.0	106.5	104.4	▲2.1	▲2.0
カナダ	13.2	14.6	13.9	▲0.7	▲4.8
中南米	32.5	36.6	38.4	1.8	4.9
メキシコ	8.3	9.5	10.0	0.5	5.3
ブラジル	13.0	15.0	15.9	0.9	6.0
アルゼンチン	3.7	4.2	4.6	0.4	9.5
アフリカ	14.4	14.7	14.8	0.1	0.7
南アフリカ	4.0	4.3	4.5	0.2	4.7
中近東	9.7	10.1	10.6	0.5	5.0
イスラエル	5.7	6.1	6.5	0.4	6.6
アジア	302.4	314.6	316.1	1.5	0.5
中国	97.3	102.2	107.0	4.8	4.7
日本	80.6	83.0	79.6	▲3.4	▲4.1
韓国	37.6	38.2	40.1	1.9	5.0
台湾	18.0	19.9	21.4	1.5	7.5
インドネシア	6.1	6.3	6.3	0.0	0.0
フィリピン	3.3	3.5	3.5	0.0	0.0
シンガポール	3.8	3.8	3.9	0.1	2.6
インド	22.8	23.8	23.5	▲0.3	▲1.3
北朝鮮	5.9	5.9	5.9	0.0	0.0
その他アジア	27.0	28.0	25.0	▲3.0	▲10.7
大洋州	6.5	6.7	6.9	0.2	3.0
世界計	664.9	694.8	700.3	5.5	0.8

出所: IISI経済研究委員会



国別・地域別の鋼材見掛消費の中長期見通し（鋼材ベース）  
（単位：100万トン、％）

地域および国	1995年実績	2000年見込み	2005年予測	伸 び 率	
				1995/2000	2000/2005
日本 米 カ 中 E U (15)	80.0(12.3)	80.0(11.1)	80.0(10.1)	0.0	0.0
	99.5(15.3)	101.5(14.0)	102.0(12.8)	0.4	0.1
	12.8(2.0)	14.0(1.9)	14.0(1.8)	1.9	0.0
	125.6(19.3)	124.0(17.2)	124.0(15.6)	10.2	0.0
中国 日 ソ 国 連	87.4(13.4)	120.0(16.6)	145.0(18.2)	6.5	3.9
	35.7(5.5)	37.0(5.1)	40.0(5.0)	0.7	1.6
その他 東 中 その 大 ア 中	14.5(2.2)	16.0(2.2)	17.0(2.1)	2.0	1.2
	17.3(2.7)	18.0(2.5)	21.0(2.6)	0.8	3.1
西 南 ア 洋 州 カ 東	28.7(4.4)	40.5(5.6)	48.0(6.0)	8.2	3.7
	121.1(18.6)	137.0(19.0)	165.0(20.7)	2.5	3.8
ア フ リ カ 東	6.5(1.0)	7.0(1.0)	7.5(0.9)	1.5	1.4
	14.1(2.2)	15.5(2.1)	17.5(2.2)	1.9	2.5
中	9.0(1.4)	12.0(1.7)	14.5(1.8)	5.9	3.9
世界計	652.2(100.0)	722.5(100.0)	795.5(100.0)	2.1	1.9

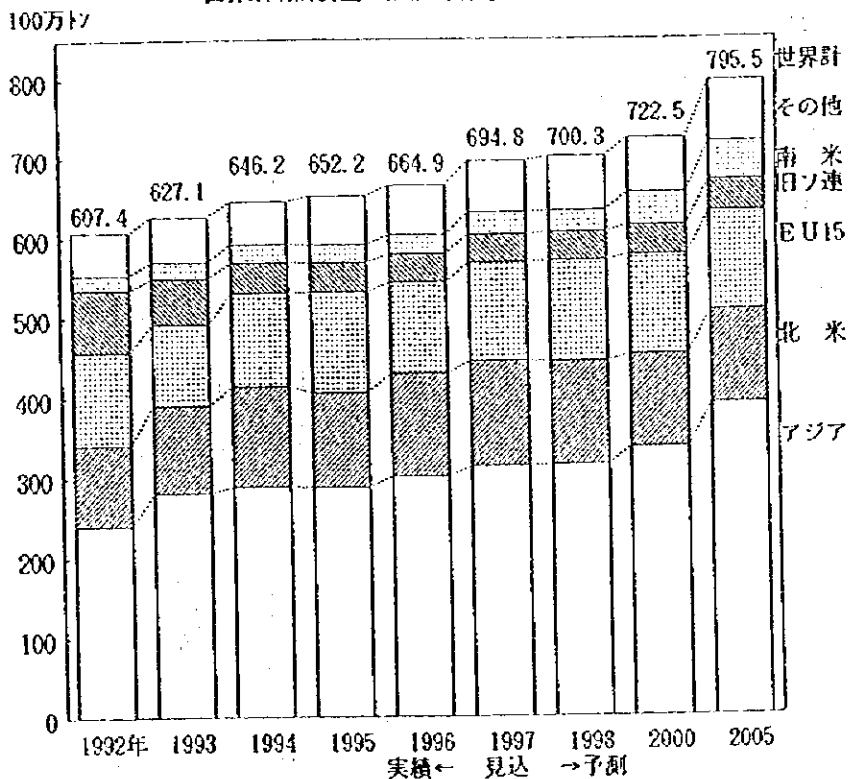
出所：HSI事務局推計

注：「その他アジア」は、日本と中国を除く。

( )内はシェア、伸び率は年平均。

各国のシェアおよび消費の積み上げは、四捨五入の関係から合計値とは完全に一致しない。

世界鉄鋼需要量の推移（鋼材見掛消費ベース）



出所：HSI経済研究委員会