

11-4 工場管理

11-4-1 生産管理

(1) 概要

スムーズで効率的な生産活動は適切な生産計画と、それを実行管理する生産管理によって推進される。

生産管理には生産計画の作成、生産指示、進行管理、実績管理などがその中にふくまれる。

レベル3とよばれる原料購入から製品出荷までをコンピューターで制御するシステムは生産活動が十分に安定した時点で可能となるのでその時点で別途構築することとし、当初からは考慮しないこととする。

(2) 生産管理組織

生産管理課は会社組織の中で生産計画の作成とそれに基く生産管理を担当する。組織と要員は Table 11-4-1 に示す通りである。

Table 11-4-1 Organization and Personnel of Production Control Section

SM	ASM	Specialist	Foreman	Assistant foreman	Worker	Remarks
1	2	2	-	-	-	Planning

(3) 生産計画

生産計画は各工場、各課の活動計画で、一般的に年間計画、半年計画、月間計画が立てられる。これらの生産計画は下記の事項を勘案して作成しなければならない。

販売計画
生産条件
修理計画
要員条件
原料、電動力等の購入計画

これらの項目はそれぞれ違った部課で管理されているので、生産管理課は各部課と緊密な連絡をとって調整し、生産計画をまとめる必要がある。

- 年間計画は 1 会計年度、例えば 1 月から 12 月までの計画で、半年計画はその例でいえば 1 月から 6 月、7 月から 12 月のものである。これらの計画は主に販売計画を初め修理計画、原料購入計画、要員計画の作成に利用される。

半年計画はその結果を、年間計画の残りの半年に反映して年度の数値を達成すべく生産条件を見直しするのに用いる。

- 月間生産計画は年間計画または半年計画の生産量を月間に砕いたもので、前月までの実績により修正して決定される。

月間計画の数値は更に日毎の生産量に分割され、毎日の生産管理に使われる。

(4) 生産管理

生産管理とはプラント内、およびプラント間の物の流れを生産計画にしたがって管理することである。生産管理の目的は受注から製品出荷までの生産活動をスムーズに進行させ、高能率、高歩留、低コストを追求して結果として企業収益改善に貢献することである。

以下の事柄が生産管理活動として行われる。

- 生産管理課は日々の生産計画にしたがって生産指示書を発行する。それによって各プラントの日々の生産量が具体的に指示される。

- 生産管理課は生産指示書と生産速報とをチェックし進捗管理を行う。
さらに月報を発行して生産実績管理を行い、各課に報告するとともに次の計画にその実績を反映させる。

- 生産管理課はトラブルや能率ダウンなどの生産異常が発生した場合、関係各課と連絡をとり適切な対策を講じる。

11-4-2 品質管理

(1) 概要

品質管理の目的は顧客を満足させ、彼らの信頼を確保することである。品質管理業務は原料受入から製品出荷まで、DRP、LCP、SMP、BRM のすべてのプラントにおいて確実に行うことが要求される。それ故品質管理は各プラントの活動の一部として位置づけられる。

また、各課における品質管理活動はさらに一本化された権威を持つ部署により一元的に管理されるべきであり、技術管理課がこれに当る。これらの品質管理活動は製品品質を常に一定レベル以上に保つため標準化されたものとする必要がある。外部顧客に対して行う分析値、機械試験値などの品質保証やミルシートの発行はジェネラルマネージャー直轄の品質課によって行われるものとする。

(2) 組織

原料受入から製品出荷までのすべてをカバーするため各プラントにはそのための要員の配置とサンプル採取などの設備の設置が必要である。

技術管理課は会社組織の中で品質管理についての中央部署として位置づけられ、下記の業務について責任を持つ。

- 技術標準の発行。それに基づいて各課がそれぞれの技術標準を発行する。
- 各課で発行された技術標準の管理、監督
- 発行されたすべての技術標準の書類管理
- 製品設計

品質課は下記の業務について責任を持つ。

- 分析と材料試験
- 検査成績書の発行

技術管理課の組織と要員は Table 11-4-2 に示す。品質課については第 6-9 項分析検査設備に示してある。

Table 11-4-2 Organization and Personnel of Quality Control

SM	ASM	Engineer	Foreman	Assistant foreman	Worker	Remarks
Technical control						
1	1	3	-	-	-	Technical control

(3) 標準

社内の技術および品質レベルを適切に維持するため、すべての課と各プラントの全

メンバーは生産活動を定まった標準に従って遂行する必要がある。
標準は下記の2つに分類される。

- 1) 技術標準
- 2) 操作標準

- 技術標準

技術標準は各課の技術レベルを安定化するためのものである。これは生産操作を行う者誰もが技術標準に従って行えば同じ品質の製品ができるということを目的としたものである。

技術標準は標準化された操業を遂行するために必要な技術的な事項を規定する。

また技術標準は各課においても自分の課に必要なものが発行され、全社標準システムの1ブランチとして登録される。技術標準の内容は実際の生産操業に従事する従業員全員に周知徹底されなければならない。

すべての技術標準は技術管理課で一元的に、品質レベルが常に最新の顧客要求を満足するように管理される。

- 操作標準

操作標準は各作業について詳細な操作手順を定めたもので、個々のプラントに特有な操作マニュアルである。

プラントの作業者は担当設備を操作標準に従って操作、調整、検査、保守することとなる。

操作標準は各課で発行、管理される。各課は操作の変更と改善につねに対応するため操作標準の保守、改訂に対して責任を持つ。各課はまた個々の作業者に操作標準を周知徹底し、その技能がある一定レベルを維持し、作業者間の技能差のばらつきが最小となるようにする責任がある。

(4) 検査成績書

製品品質が特に書類によって保証されなければならない物に対して、検査成績書が各購買者にオーダー毎に発行される。

検査成績書は品質課長のサインにより、客先が製品を安心して使用することができるようにその品質を保証する目的で発行される。検査成績書は一般的に通用しているあらゆる規格類や顧客の特殊仕様を、社内の化学分析、機械試験、寸法検査などの検査結果をヒート別、サイズ別に示すことによって、十分に満足していることを明らかにするものである。

第 12 章 環境評価

本検討で計画されている製鉄プロセスは直接還元鉄工場、電気炉、棒鋼圧延工場からなる。このような原料からの一貫製鉄プロセスはオマーンでは初めて経験するものである。従って、本プロセスから発生する環境汚染物を推定しその環境影響を適正に評価する必要がある。そこで、還元鉄製鉄所設置後の環境状況を判断するため、環境評価として、調査団は候補地の現在の環境状況を調査し、この調査したデータおよび製鉄所から排出される公害物質の予想値を基にシミュレーションによって公害物質の分布を試算した。

試算結果はオマーン的环境法令によって規定されている項目については、許容範囲内であることが確認された。また規定されていない項目については WHO の環境基準のガイドラインの許容範囲内であることが確認された。

12-1 現在の環境状況

調査団は、この調査における環境事項を調査するために、都市環境庁、サイト予定地の企業などを訪問した。

12-1-1 環境関連法

(1) 法および規則

オマーンにおける環境保護に関する基本法は、国王令 10/82 の環境保持と汚染防止と呼ばれるものであり、1982 年の 2 月 9 日に発布された。この法には総規、定義、環境保持と汚染防止、法の適用および罰則について記載されている。その後、この基本法の付帯規則としていくつかの法規が発布された。

大気汚染に関しての法規は、固定した発生源からの大気汚染管理として、1986 年 5 月 17 日に発布された。この法規には大気に有害あるいは不快感のある物質とその粒子、ダストの排出規制に関しての基準値が産業別に定められている。水質汚染に関しては、再利用あるいは排出する廃水に関する法規が 1993 年 6 月 13 日に公布された。また海洋汚染に関する法規は現在審議中であり、近々に発効される予定である。廃棄物の処理に関しての法規は 1993 年 2 月 2 日に発布された。この法規は有害な廃棄物の処理と無害な固体の処理の 2 種類よりなる。

騒音公害に関しては、公衆の環境を守るための法規として 1994 年 3 月 20 日に公布された。この法規には工業地域を含む地域別、時間帯別に騒音の規制値が規定されている。

1) 大気汚染

現在、オマーンには製鉄業はない。それ故、排出基準に関する製鉄業の基準はないが、参考のために規則第 5 号（1986 年）で規定されている関連業での大気汚染物質の排出基準値を Table 12-1-1 に示す。環境基準に関する法令は見当たらなかった。

Table 12-1-1 Standards for Emission of Grit and Dust

Works	Item	Standard Value
Cement	Particulates	0.100 g/m ³
	Hydrogen sulphide	nil
Copper	Total particulates	0.200 g/m ³
	Copper compounds, as copper	0.100 g/m ³
	Zinc compounds, as zinc	0.100 g/m ³
	Cadmium compounds as cadmium	0.020 g/m ³
	Lead its compounds as lead	0.030 g/m ³
Incineration	Hydrogen chloride	0.200 g/m ³
	Hydrogen fluoride	0.100 g/m ³
	Oxides of nitrogen as calculated NO ₂	0.200 g/m ³
	Hydrogen sulphide	5 p.p.m. v/v
	Total Particulates	0.100 g/m ³
Power Plants	Particulates from coal or oil firing	0.100 g/m ³

Source : Ministerial Decision 5/86

2) 騒音

規則第 80 号（1994 年）で規定されている地域毎の最大騒音レベルを Table 12-1-2 に示す。

Table 12-1-2 Limits for Noise Generated from Industrial Plants

Unit (dB)

Type of District	A	B	C
Rural residential recreational	45	40	35
Suburban residential	50	45	40
Urban residential	55	50	45
Urban residential with some workshops or business; city hub.	60	55	50
Industrial and commercial	70	70	70

Source : Ministerial Decision 80/94

Note ; A: Workdays- daytime, after 7 a.m. up to 6 p.m.

B: Workdays-evenings, after 6 p.m. up to 11 p.m.

C: Holidays and Nights, after 11 p.m. up to 7 a.m.

3) 水質汚染

水質汚染に関しては、再利用あるいは排出する廃水に関する法規（1993年6月13日公布）はあるが、本プロジェクトでは工場からの排水は海域に排出する計画であるのでここでは記載しない。

海域に排出される物質に対する規制に関する法規は現在審議中で、近々公布される予定である。

(2) 環境影響評価

工場を建設しようとする企業はその建設プロジェクト開始（契約発効日）の2ヶ月前に EIA (Environmental Impact Assessment、環境影響評価)を取得のために環境庁に必要な書類を提出して承認を得なければならない。

EIA は少なくとも以下の項目を含まなければならない。

- 1) プロジェクトの詳細な説明
- 2) 環境に関する現状データと将来予測される影響度合い
- 3) 物理上、社会経済上に与える影響の予測
- 4) 軽減方法の提示
- 5) 危険度の評価
- 6) モニタリングとフォローアップ方法の提示

12-1-2 現在の状況

現在、サイト周辺には工場も少なく、立地的にも恵まれており、環境上大きな問題はない。

環境関連の法および規則は整備されているとは言いがたく、現在、急ピッチで整備に向け作業が進んでいる。

このような背景で、未だ一部の国民および企業を除いて、環境汚染に対する関心は低い。

12-2 還元製鉄所の環境対策

還元製鉄所の設置後の環境状況を推定するために、環境影響評価として調査団は調査データおよび製鉄所から排出される汚染物質の予測値を基に、シミュレーションによって汚染物質の分布を試算した。

12-2-1 大気汚染

製鉄所において、大気環境におよぼす主な要因は製鉄プロセスで用いられる製造方法と原料に依存する。計画されている製造方法は直接還元鉄工場 (DRP)、電気炉 (EAF) および棒鋼圧延工場 (BRM) からなりたっている。また、主要な原料は鉄鉱石と天然ガスである。

各製造設備において、窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x) および粉塵等の汚染物質は大気環境において少なくなるよう考慮されている。

一般的に製鉄所において、硫黄酸化物 (SO₂) を生成する硫黄を含むのは、油あるいは天然ガス燃料、および天然ガスあるいは石炭の還元剤である。この製造工場は天然ガスのみを燃料と還元剤の両方に使用し、硫黄分の高い石炭は使用しない。

天然ガスの硫黄含有量は 0.5 ppm であり、非常に低く、また塊鉄石およびペレット等の他の原材料中の硫黄含有量はさらに低い。したがって、この工場における硫黄酸化物の総発生量は極めて少ない。

製鉄所における窒素酸化物 (NO_x) は燃焼設備で発生する。この工場では窒素酸化物は主に直接還元鉄設備 (DRP) のガス改質設備、電気炉、および棒鋼圧延工場の加熱炉で発生する。天然ガスを使用することによって発生する窒素酸化物の総量は従来の一貫製鉄所に比較し低くなる。

粉塵については電気炉からの発生が多くなる可能性があるが、十分な能力の集塵機を設置することによって煙突からの粉塵の拡散を防ぐことは容易である。

(1) 排出汚染物質の想定値

Table 12-2-1 は計画されている各工場から発生する大気汚染物質の想定排出量を、また Table 12-2-2 は排出ガスとその特性についての設備設計値を示した。

Table 12-2-1 Estimated Air Pollutant Emissions

Process	Facility	NOx		SOx		Dust	
		mg/Nm ³	kg/hr	mg/Nm ³	kg/hr	mg/Nm ³	kg/hr
DRP	Reformer	69.0	46.92	2.4	1.63	2.1	1.42
	Shaft	-	-	-	-	7.9	-
SMP	EAF	7.4	15.53	2.3	4.95	5.0	10.5
BRM	Reheating furnace	205.4	14.99	1.1	0.08	-	-

Table 12-2-2 Exhaust Gas Facilities Design

Process	Facility	Stack		Exhaust gas	
		height (m)	diameter (m)	volume (Nm ³ /hr)	temperature (°C)
DRP	Reformer	40	5.4	680,000	300
SMP	EAF	20	6.1	2,100,000	90
BRM	Reheating furnace	50	3.5	73,000	250

12-2-2 騒音

騒音を発生する主な設備は直接還元鉄設備、電気炉、圧延機および空気圧縮機であり、これらからの騒音発生想定値を Table 12-2-3 に示す。

Table 12-2-3 Estimated Noise Levels

Pollutant	Process	Facility	Value (dB)
Noise	DRP	Blower Area	95 - 105
	SMP	EAF	105
	BRM	Mill	105
	Utility	Air Compressor	95

12-2-3 排水

還元鉄製鉄所から海域に排出される排水の大部分は海水である。海水は熱交換器の冷却剤として用いられる。そのため海域に排出される海水はなんら汚染されることはない。但し温度は取り入れた海水の温度より最大で摂氏7度上昇する。この排水には少量の生活廃水が含まれるが、適切な水処理設備を設けることで清浄な排水をすることが出来る。

(1) 排水性状の想定値

海域に排水される排水性状の想定値を Table 12-2-4 に示す。

Table 12-2-4 Estimated Discharged Waste Water

Sea Water	Quantity	25,000 m ³ /h
	Temperature	7.0 deg.C above ambient receiving sea water temperature
Blow Down Water	Quantity	Negligible quantity
	TDS	<500 mg/l
	SS	<50 mg/l

12-2-4 固形廃棄物

副産物および廃棄物処理の基本的考え方はこの還元鉄製鉄所あるいは外部の企業での再利用である。再利用出来ない副産物および廃棄物が投棄される。

再利用の方法は以下の通りである。

- 1) この製鉄所の原料として
 - スクラップは電気炉原料

- 2) 外部企業の原料として
 - 酸化鉄粉はペレット設備の原料
 - 酸化鉄粉、スラッジ、酸化鉄はセメント工場での鉄分原料として

- 廃油は精油会社で再生油の原料として
- スラグは道路路盤材および埋め立て材料として投棄されるものは以下のものであるが、環境への影響はない。
- 電気炉スラグ、石灰粉、直接還元鉄設備水処理ケーキ、電気炉ダスト、および製鋼レンガ屑

各工場から発生する廃棄物の種類および量、そしてその処理方法を Table 12-2-5 に示す。

Table 12-2-5 Solid Waste Generation and Treatment

Materials	Generated from	Treatment	Quantity (t/y)
Mill scale	SMP, BRM	Sell to cement companies	15,600
SMP slag	EAF	Discard	204,000
Oxide fines	DRP, EAF	Sell to cement companies, Pelletizing plant	48,000
Lime fines	LCP	Discard	10,510
DRP cake	DRP	Discard	53,500
EAF dust	EAF	Discard	20,800
SMP waste brick	EAF	Discard	1,600
Sludge	WTP	Sell to cement companies, and others	2,000

12-3 環境評価

この還元鉄製鉄所の環境評価のために、調査団は代表的な指標を用いたシミュレーションによって周辺地域への影響を推定した。

12-3-1 概要

工場予定地周辺地域を Figure 12-3-1 に示す。

工場予定地はソハールの北西約 20km にある。ソハールは人口 10 万人でオマーン湾に臨み、首都マスカットの北西 250km に位置する。工場予定地のまわりは小さな工業団地が 2km 離れたところにあり、住宅地は予定地から 2km 以上離れた所にある。現在、予定地のまわりには重工業の工場はない。

気温については、年平均 27.1° C、最高気温の月平均 31.2° C、最低気温の月平均は 21.9° C である。

相対湿度は 73 % であり、年間総雨量は 244 mm である。

優勢な風向きは冬季は東、夏季は西であり、平均風速は 5.0 ノットである。

12-3-2 シミュレーション

還元鉄製鉄所の特徴を考慮してシミュレーションの項目を次のように選定した。

- 大気汚染 : 窒素酸化物 (NO_x)、硫黄酸化物 (SO_x)、粉塵、騒音
- 水質汚濁 (海域排水) : 温排水

(1) シミュレーションに使用する想定排出値

12-2 節から、Table 12-3-1 に示す値を大気汚染、Table 12-3-2 に示す値を騒音、および Table 12-3-3 に示す値を水質のシミュレーションにそれぞれ使用する。

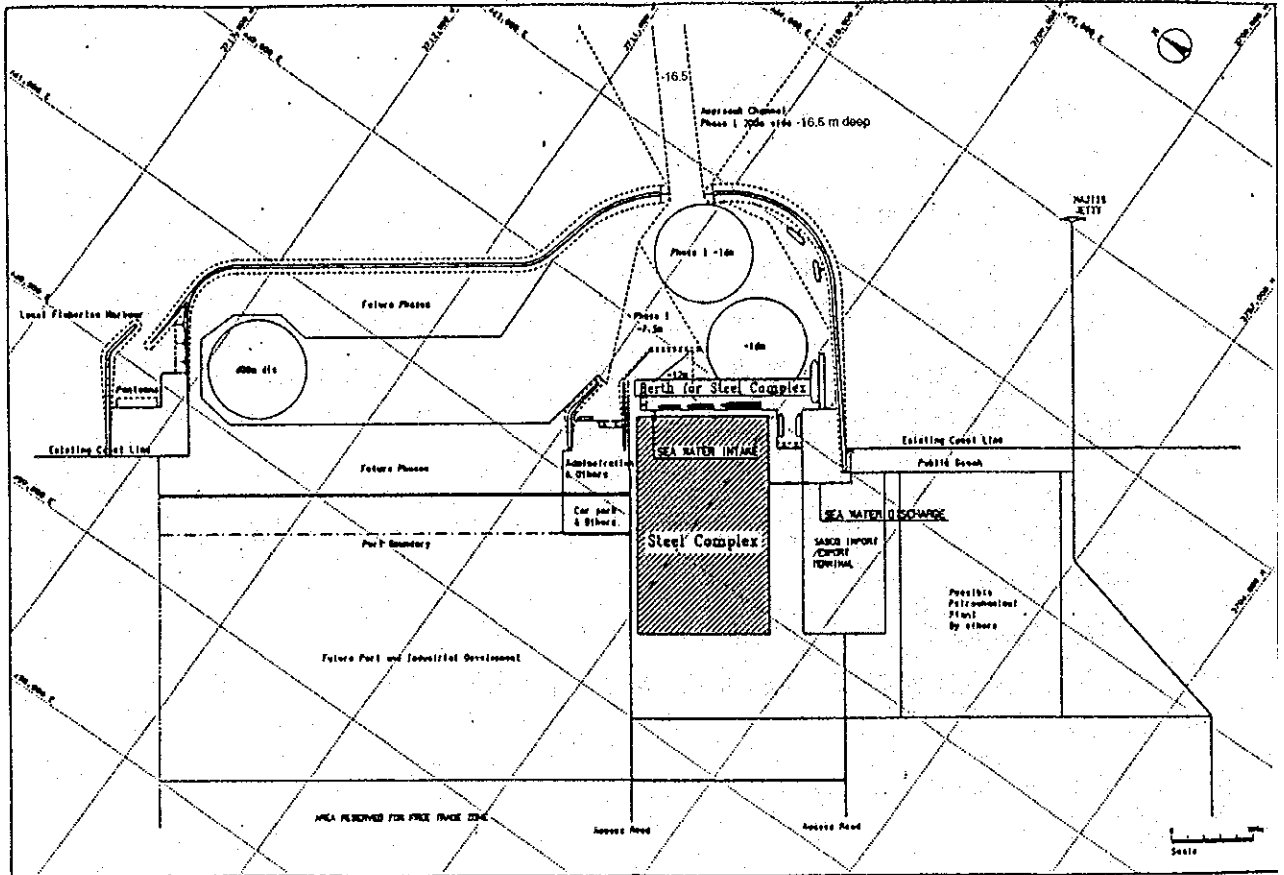


Figure 12-3-1 The General Area around the Site

Table 12-3-1 Air Emission Data for Simulation

Element	NOx			SOx		Dust
	DRP	SMP	BRM	DRP	SMP	
Plant	DRP	SMP	BRM	DRP	SMP	
Facility	Reformer	EAF	Reheating furnace	Reformer	EAF	
Emission value (mg/Nm ³)	69.0	7.4	205.4	2.4	2.3	5.0
Exhaust gas						
volume (Nm ³ /hr)	680,000	2,100,000	73,000	680,000	2,100,000	
temperature (deg.C)	300	90	250	300	90	
Stack						
height (m)	40	20	50	40	20	
diameter (m)	5.4	6.1	3.5	5.4	6.1	

窒素酸化物についてはすべての設備、また硫黄酸化物については、直接還元鉄設備（DRP）のガス改質設備と電気炉（EAF）からの排出量の寄与が大きいため、この設備からの排出値を使用する。

粉塵を排出する設備は電気炉が主である。

Table 12-3-2 Estimated Noise Levels for Simulation

Plant	Generating facility	Noise level (dB)
DRP	Reformer	100
SMP	EAF	105
BRM	entire mill	105
Utility	Air compressor	95

Table 12-3-3 Estimated Discharge Water for Simulation

Parameter	Value
Temperature	7 deg.C above ambient receiving sea water temperature
Water quantity	25,000 m ³ /hr

シミュレーションの方法の詳細は、付属資料 A12 に記述してある。

12-3-3 シミュレーション結果

(1) 大気雰囲気

1) 窒素酸化物

工場操業中の二酸化窒素の分布を Figure 12-3-2 に示す。

製鉄所からの二酸化窒素排出の大気雰囲気への寄与は、年平均値の最大着地濃度で $0.11\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であり、この値は工場敷地の境界点である。

2) 硫黄酸化物

工場操業中の二酸化硫黄の分布を Figure 12-3-3 に示す。

製鉄所からの二酸化硫黄排出の大気雰囲気への寄与は、年平均値の最大着地濃度で $0.017\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であり、この値は工場敷地の境界点である。

3) 全浮遊粒子状物質 (T.S.P.)

工場操業中の全浮遊粒子状物質の分布を Figure 12-3-4 に示す。

製鉄所からの全浮遊粒子状物質排出の大気雰囲気への寄与は、最大着地濃度で $5.77\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であり、この値は工場敷地の境界点である。

(2) 騒音

操業中の騒音レベルの分布を Figure 12-3-5 に示す。

工場敷地境界での騒音レベルを Table 12-3-4 に示すが、すべての境界で 59 dB 以下であり、これは基準値以下である (基準値 70 dB)。

Table 12-3-4 Plant Boundary Noise Levels

Point	Plant and facility				Entire plant operation
	DRP Shaft	SMP EAF	BRM Rolling mill	Utility Air compressor	
A	38	44	< 30	32	45
B	31	54	42	50	55
C	< 30	47	47	43	51
D	< 30	42	47	35	49
E	< 30	52	51	< 30	55
F	45	50	35	30	51

(3) 海水の水質

操業中の温排水による海水温度の上昇影響の分布を Figure 12-3-6 に示す。製鉄所の温排水が海域環境、漁業、生態系におよぼす影響は少ない。

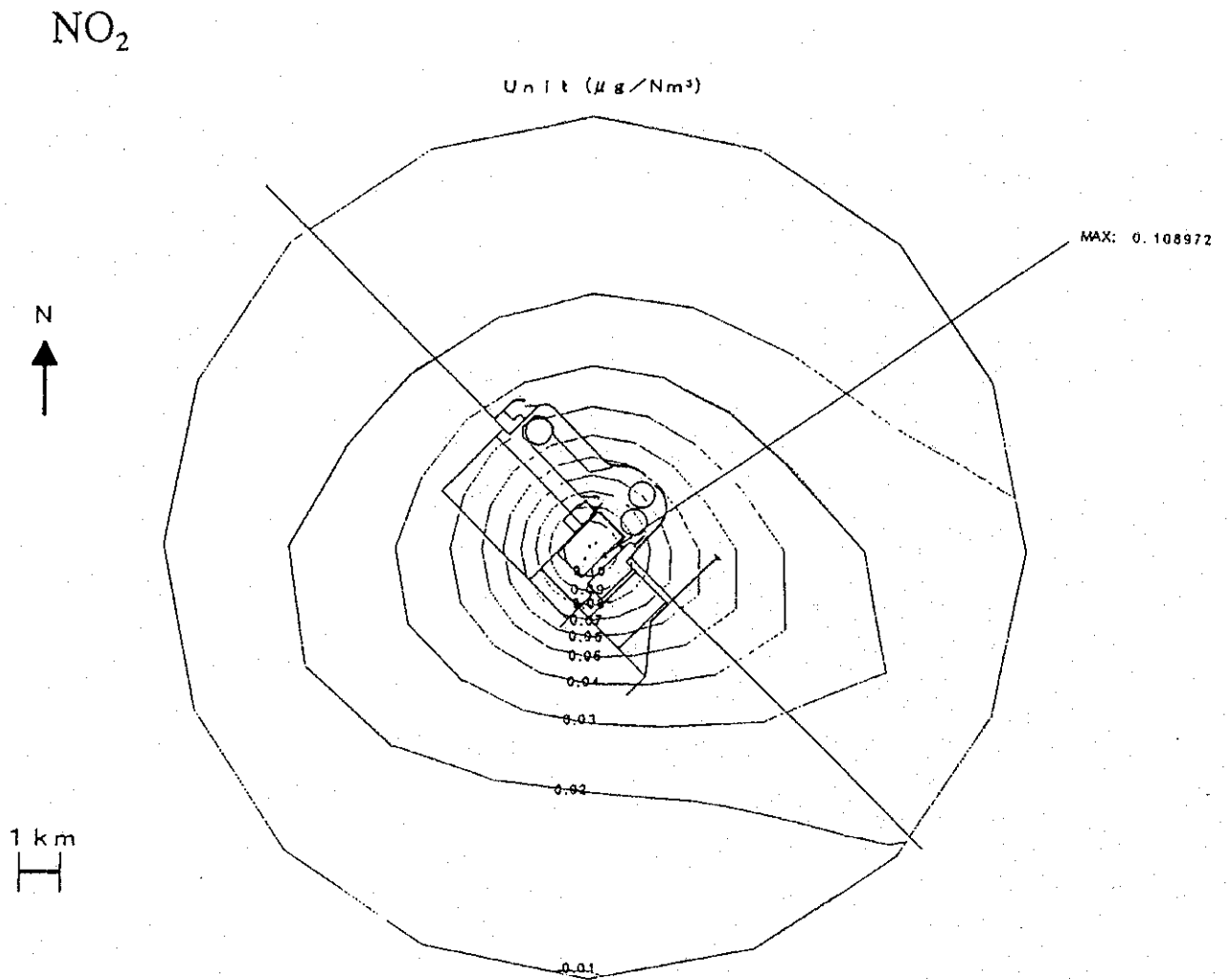


Figure 12-3-2 Predicted NO₂ Distribution Pattern

SO₂

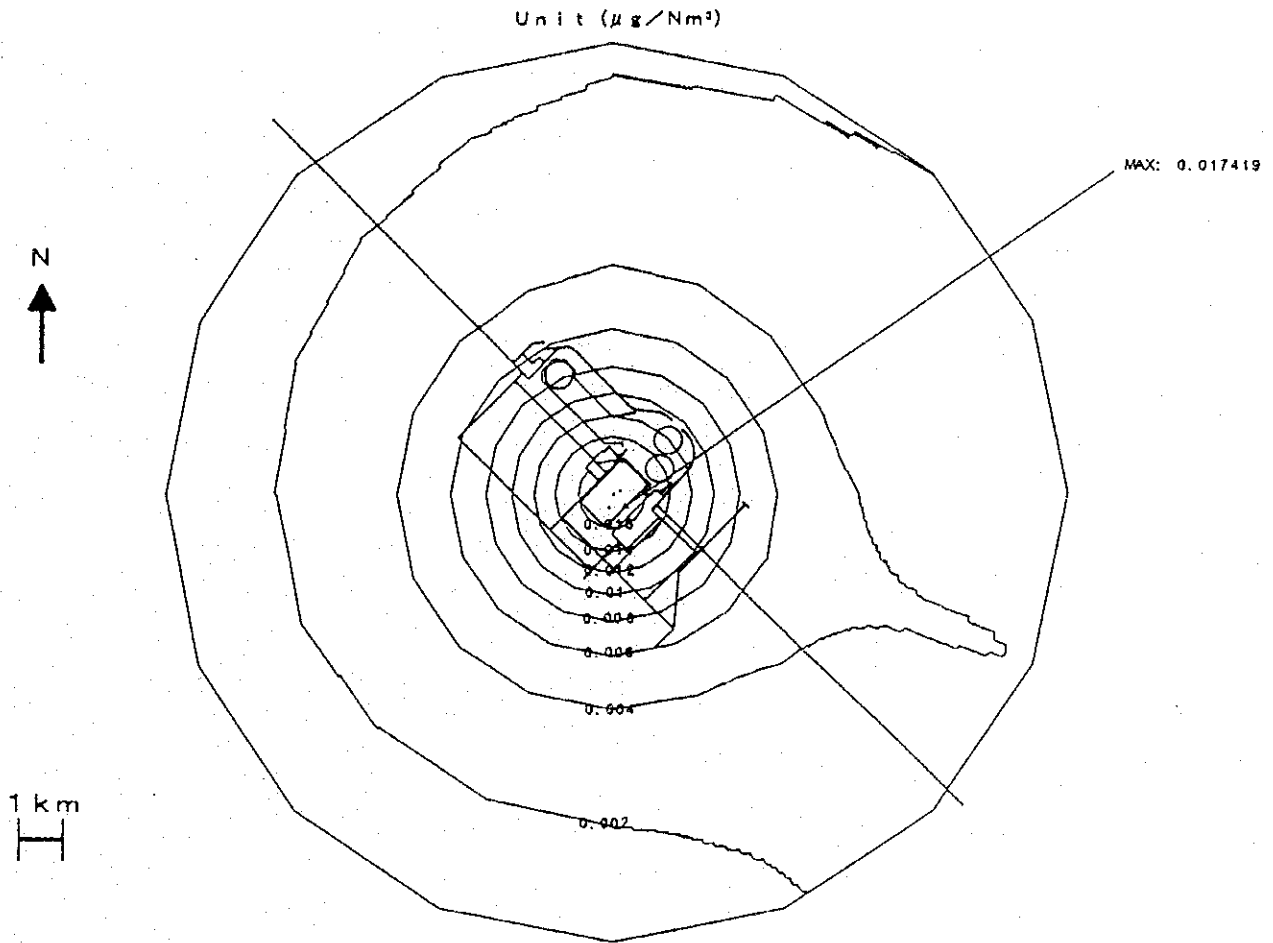


Figure 12-3-3 Predicted SO₂ Distribution Pattern

T.S.P.

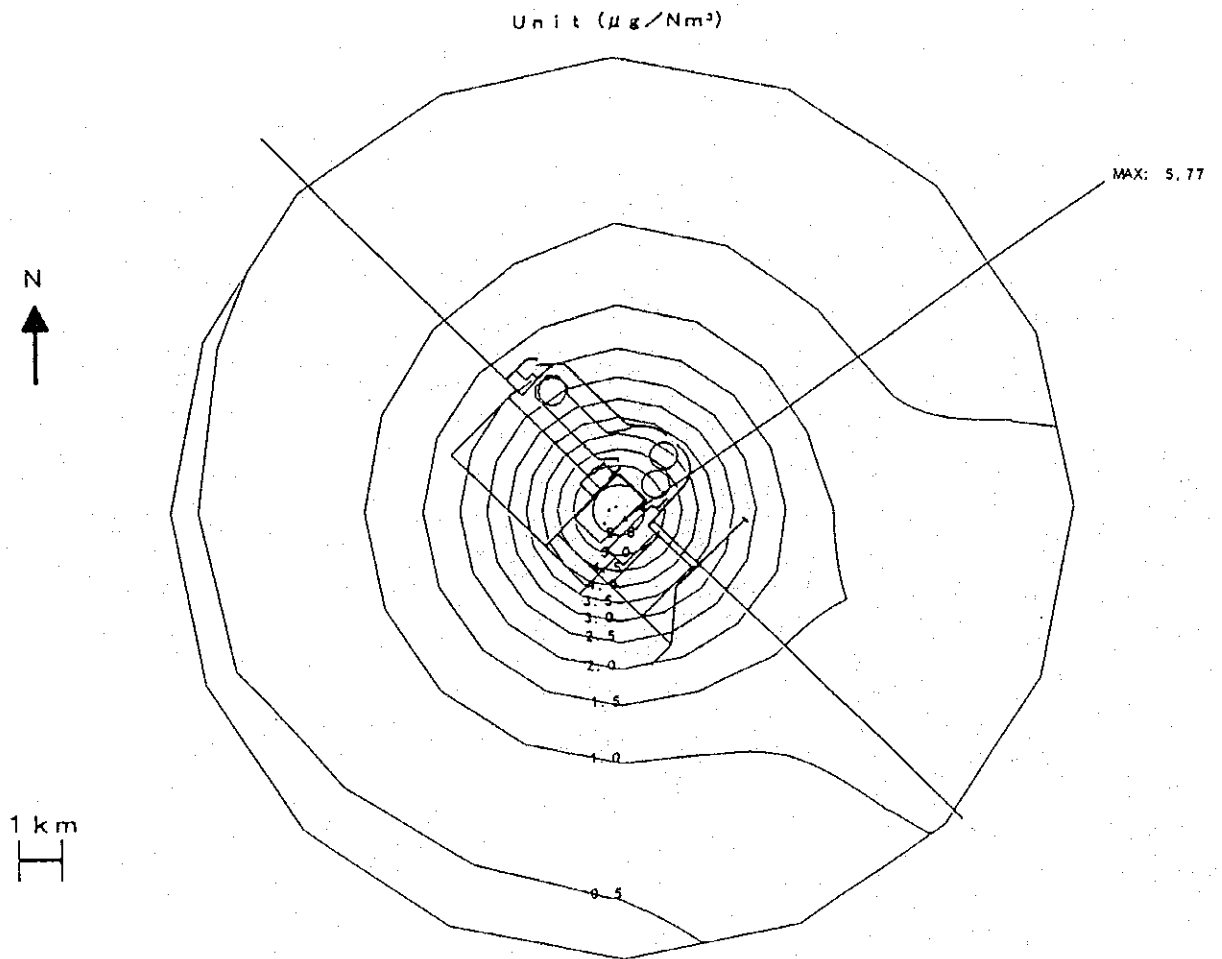


Figure 12-3-4 Predicted T.S.P. Distribution Pattern

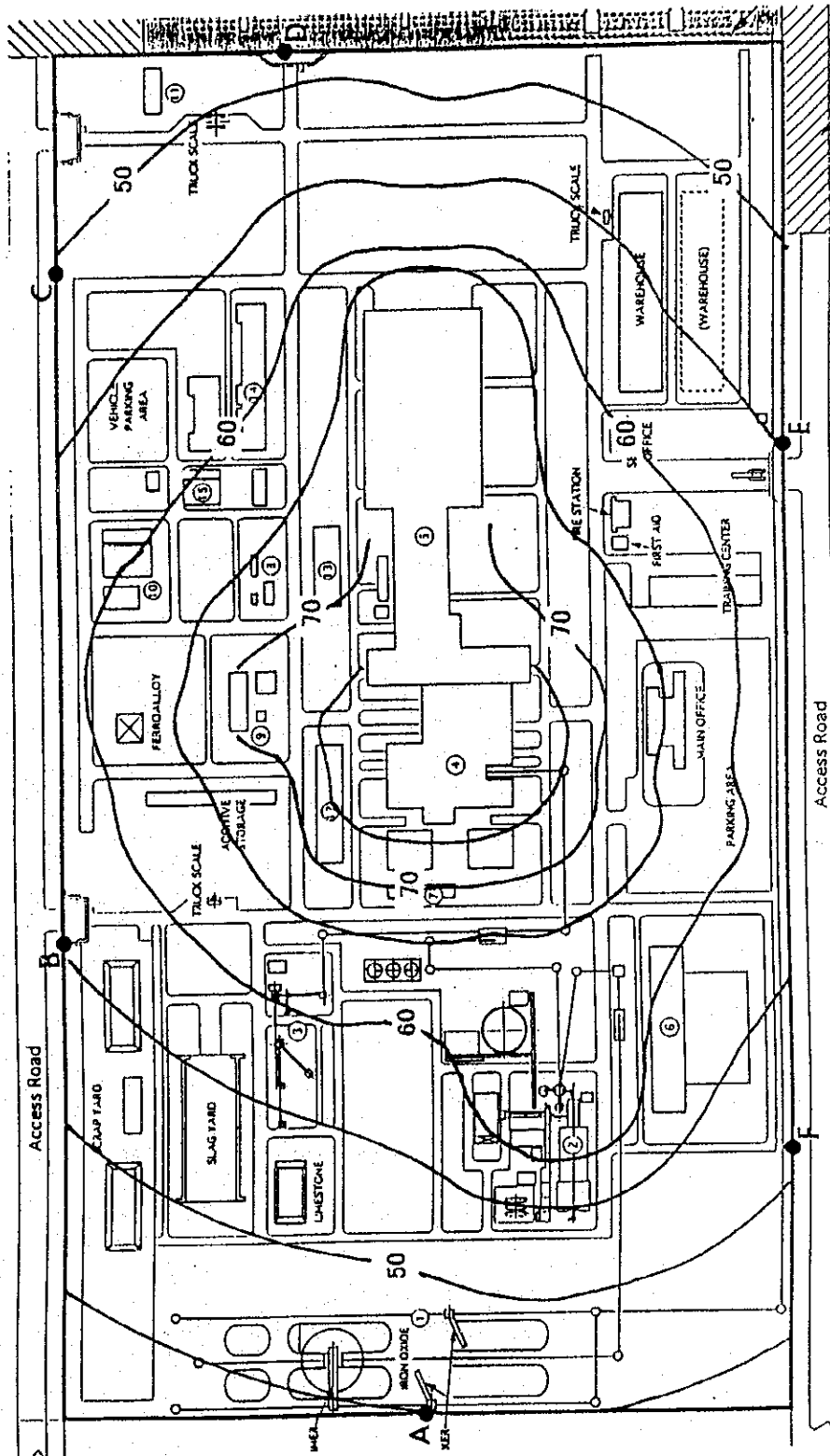


Figure 12-3-5 Predicted Noise Level Distribution Pattern

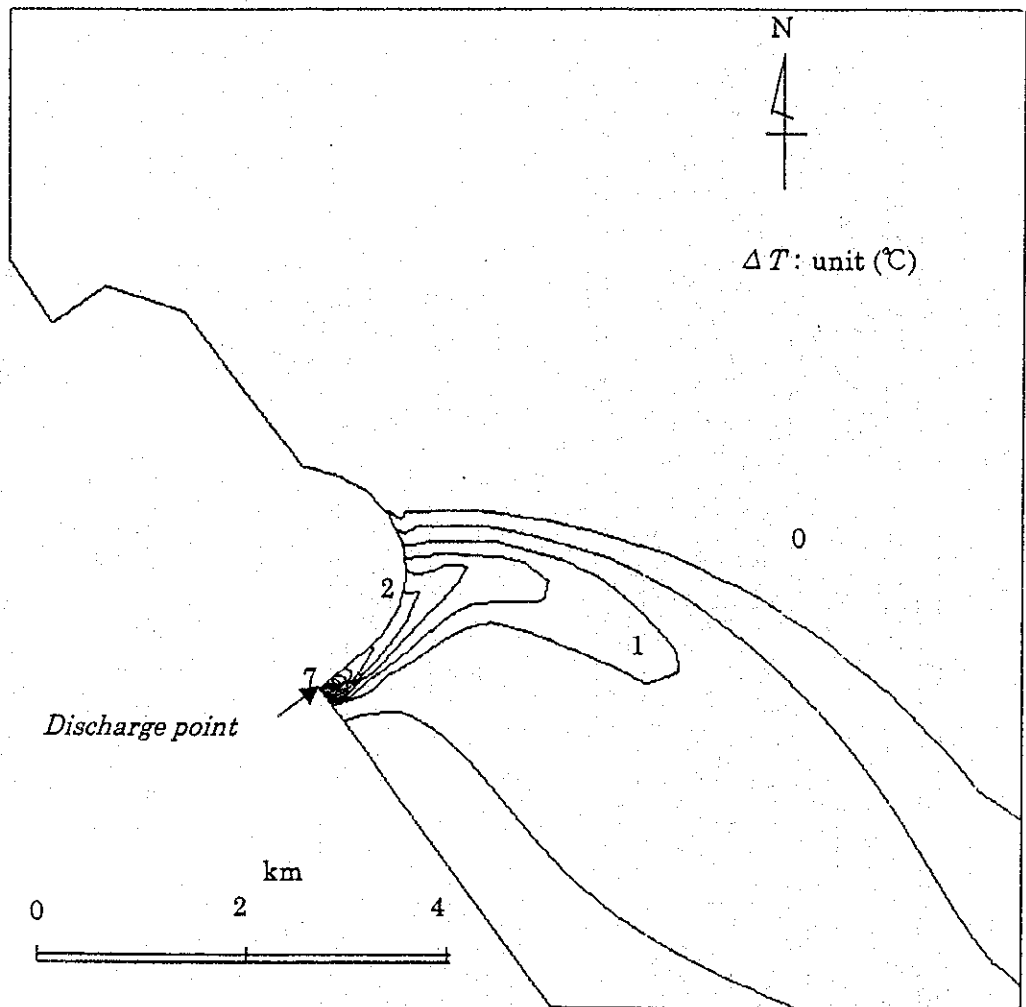


Figure 12-3-6 Predicted Seawater Temperature Patterns

(4) 評価

上記に述べた結果をまとめて Table 12-3-5 に示す。

Table 12-3-5 Evaluation

Parameter		Contribution*	Limit
Air Quality ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂	0.11	150**
	SO ₂	0.017	40-60***
	T.SP.	5.77	60-90***
Noise (dB)		max. 58.5	70****

Note: * Maximum value (in the case of air quality, at ground level)

WHO's standard: ** Annual mean

*** Daily mean

**** Omani regulation (Ministerial Decision 80/94)

12-3-4 環境影響評価

還元鉄製鉄所から発生されると考えられる代表的な汚染物質である窒素酸化物、硫黄酸化物、粉塵、騒音について下記の基準に照らして環境影響評価をおこなった。

- 環境基準

建設予定地での現状データおよび還元鉄製鉄所からの排出予想値とを使用したシミュレーションによって計算された環境汚染レベルを、オマーンの環境法令およびWHOのガイドライン基準に対して比較した。

影響評価の結果、排出値および建設予定地周辺での環境汚染レベルは上記の環境基準値を下回っている。

したがって、この報告書で述べられている環境対策システムを設置して建設される還元鉄製鉄所では、環境はオマーンの基準値の範囲内に保たれるといえる。

第13章 設備投資額の算定

13-1 算定根拠

設備投資額の算定は下記の前提に基づく。

- (1) 算定は1998年10月現在の価格水準による。但し、プロジェクト推進および建設の期間に予想される通常のインフレーションは考慮している。
- (2) プラント建設工期は第11章実施計画に基づく。
- (3) 設備投資の範囲は別途定められる製鉄所のバッテリーリミットおよびテクニカルスペックによる。
 - (a) 電力は電力会社により、製鉄所の受配電所に供給されるものとする。
 - (b) 港および製鉄所に必要なバース（岸壁）は、オマーン政府、機関により建設、整備されるものとする。
 - (c) 全従業員の住宅は、賃貸ベースにて確保するものとする。
 - (d) プラントの建設を、早期に且つ計画通りに実現するために、本プロジェクトの契約は限定入札にて行われ、又、信頼できる一つの企業又はコンソーシアムのシングルリスポンシビリティーの下で管轄されるものとする。

総プラント建設費（発電所を含まない場合）は665百万ドルと算定した。明細は下記の通り。

発電所も含めた場合の総プラント建設費は、805百万ドルと算定した。

Table 13-1-1 Breakdown of the Capital Investment

	(US\$ '000)
DR Plant	150,000
Rolling Mill Plant	90,000
Steel Making Plant	105,000
Others	123,000
Equipment cost total	468,000
Installation	50,000
Civil & building works	110,000
Land preparation	5,000
Owner's engineering	12,600
Contingency	19,400
Total	665,000

Notes: 1. 据え付けコストは通関、機器の内陸輸送を含む

2. 輸入関税は、法律に基づき免除されるものとした。

3. 土地賃借料

敷地面積 1,228,000 m² x unit land rental fee RO. 0.1/m²-year = RO 122,800/year
(US\$ 319,000/year)

(上記敷地面積は、製鉄所が専属に使用するバースを含む。)

但し、土地賃借料は製鉄所が稼働するまでは免除されるものとした。

4. 機器コスト: CIF Sohar にてスーパーバイザーを含む。

5. その他機器コストは下記を含む。

unloading/loading facilities, material handling facilities, electric sub-station, utilities facilities, lime calcining plant, maintenance shop, in-works transportation facilities.

6. Owner's engineering cost はプラント建設費の 2%とした。

7. コンティンジェンシーとして、プラント建設費の 3%を考慮に入れた。

第 14 章 生産コストの算定

14-1 原価計算方法

(1) 工程別原価計算法を採用する。

生産プロセス: DR プラント - 製鋼プラント - 圧延プラント

半製品および製品: DRI - ビレット - 棒鋼

(2) 各工程の変動費および固定費は、下記の通り分類する。

Classification of Variable Cost and Fixed Cost

Variable cost

Raw material costs

Supply costs such as refractories and other manufacturing supplies

Utility costs

Fixed costs

Labor costs

Depreciation costs

Maintenance & repair costs

Sales & general expenses

14-2 生産コストの算定

14-2-1 算定根拠

- (1) 生産コストは 1998 年の価格水準の米ドルにて想定する。
- (2) 現在の為替換算レート（オマーン・リアル—米ドル）を適用する。

1 US dollar = RO. 0.3846 (RO. = US\$ 2.60)

14-2-2 原材料コスト

主原料および副原料のコストは Table 14-2-1 に示す手順にて想定し、財務計算に用いられる。

- (1) 原材料の調達単価は、国際マーケットおよび現地のマーケットでの価格を勘案して想定する。
輸入の場合は、CIF コストに輸入関税、通関費用、ハンドリング費用を加算する。

Table 14-2-1 Unit Prices of Raw Materials and Supplies

	Unit Price (US\$/Ton)
Imported	
Iron oxide pellets	46.16
Fe Mn	500.0
Fe Si	650.0
Fluorspar	175.0
Graphite electrode	3,400
Domestic	
Steel scraps	120.0
Lime stones	13.0

- Notes : 1) Prices of imported goods consist of CIF and other charges.
It is assumed in the financial analysis that the import duty on materials and supplies are exempted.
(According to the law and regulations, the import duty of 5% is exempted for the initial 5 operational years and may be exempted for another 5 years.)
- 2) Prices of domestic goods include local transportation cost.

(2) 原材料と副原料の原単位は、第6章にある通り下記のようになる。

Table 14-2-2 Production Yield and Unit Consumption

Item	(Unit)	Unit Consumption
1) DRP		
Iron oxide pellets	(t/t-DRI)	1.450
Electric power	(kWh/t-DRI)	100.0
Natural gas	(MMBTU/t-DRI)	9.92
Industrial water	(m ³ /t-DRI)	0.3
2) LCP		
Lime stone	(t/t-BL)	2.000
Natural gas	(MMBTU/t-BL)	3.68
3) SMP		
Steel yield	(%)	85.5
Billet yield	(%)	97.0
DRI/Scrap ratio	(%)	89.8:10.2
Burnt lime	(kg/t-BT)	42.0
Fe Mn	(kg/t-BT)	10.2
Fe Si	(kg/t-BT)	4.4
Graphite electrode	(kg/t-BT)	1.9
Electric power	(kWh/t-BT)	695.0
Natural gas	(MMBTU/t-BT)	0.12
Industrial water	(m ³ /t-BT)	0.4
4) Bar		
Product yield	(%)	97.0
Electric power	(kWh/t-Bar)	90.0
Natural gas	(MMBTU/t-Bar)	1.10
Industrial water	(m ³ /t-Bar)	0.10

Note) DRI: direct reduction iron, BT: billet

14-2-3 ユーティリティのコスト

オマーンにおける現在の産業用電力料金は RO 0.016 (US\$ 0.0416)/kWh で、天然ガス料金は not less than US\$ 0.8/MMBTU であると表明されている。

上記の料金(electricity: US\$ 0.0416/kWh, natural gas: US\$ 0.8/MMBTU)を適用して財務分析を行った結果は IRR は 11.02 % となり (詳細は 15.3.3 章オリジナルケースに記述)、このケースではコマーシャルにフィージブルではない。

一方、近隣諸国の電力料金および天然ガス価格を下記の表に示す。

本製鉄プロジェクトの競争力、即ちフィージビリティの必須要因の一つは、製品マーケットおよび生産効率 (最新の効率的な生産設備と生産技術) に加えて、電力及び天然ガス等のエネルギーコストである。

したがって、本製鉄プロジェクトのエネルギーコストのレベルは、近隣諸国の既存又は今後予想される製鉄企業でのコストと匹敵出来るようにすることをリコメンドする。そうでなければ、投資家や融資銀行が本プロジェクトに関心を示すことは難しい。

オマーン国の工業化の為には、本製鉄プロジェクトのような大規模工業案件の上記に述べたような競争力のある価格レベルにて、エネルギーを供給することが望ましい。本製鉄所は大電力消費者で、消費は夏冬、昼夜にかかわらず安定しているので、発電所の高操業率に寄与することになる。

したがって、近隣諸国のエネルギーコストのレベルを参考にして、本レポートでの財務分析では天然ガス、電気のコストは下記的前提をリコメンデッドケースとして採用した。

リコメンデッドケース

天然ガス : US\$ 0.6/MMBTU

電力 : US\$ 0.025/kWh

エネルギーコストの本プロジェクトへの影響を評価するために、天然ガス、電力の下記価格での感度分析を行った。

天然ガス : US\$ 0.65/MMBTU, US\$ 0.7/MMBTU, US\$ 0.75/MMBTU,
US\$ 0.8/MMBTU

電力 : US\$ 0.02/kWh, US\$ 0.03/kWh

Table 14-2-3 Energy Cost in the GCC countries and other Oil-producing countries

Country	Electricity (US\$/kWh)	Natural gas (US\$/MMBTU)
Venezuela	0.018	0.60
Iran	0.010	0.20
Saudi Arabia	0.013	0.50
UAE	0.020	0.50
Qatar	0.020	0.50
Bahrain	0.03	0.75
Kuwait	0.005	0.50
Egypt	0.024	0.76

又、リコメンディッドケースにおいては、下記の理由により新規に設立されるであろう民間の電力会社が本製鉄所に電力を供給するものと想定した。

- i) 発電、電力供給事業は、製鉄会社とは全く異なる特殊且つ固有の技術及びノウハウを必要とする。
- ii) 民間ベースの IPP 電力プロジェクトの出資者およびファイナンスを確保するためには、海外の経験豊富な電力会社が電力プロジェクトの推進および設立にリーダーシップを取ることが最も重要なファクターとなる。かかる電力会社の参画は発電所の安定操業および設備保全にも不可欠である。
- iii) 本製鉄プロジェクトが電力プロジェクトも合わせ行う場合は、総投資額は一段と大きくなり、さらには全く異なる二つのプロジェクトの両方又はどちらかに関心を持つ投資家とファイナンスを組成しなければならない。従って、スムーズにファイナンスを構築するには大変な困難が予想される。
又、電気炉ベースの製鉄会社が、自家発電を持ち必要電力の全てを自給するのは極めて希である。
- iv) 本製鉄所は大電力消費者であり、ベースロードとして IPP プロジェクトにとり魅力的なユーザーではあるが、製鉄所専属の発電プラント単独では、電気炉での使用電力の変動に対応するのは難しい。かかる電力変動に対応するには、大規模な短絡容量：大規模な電力ネットワークとの接続が必須であり不可欠である。

- v) 上記の目的の為には、本製鉄所の電力はソハール地区での地域開発および工業開発のために計画、推進されている IPP プロジェクトより供給されることが望ましい。
 - vi) 上記 IPP プロジェクトは、本製鉄所だけではなく他のプロジェクトの必要電力をカバーするので、スケールメリットにより設備投資および発電においてより高い効率を享受できる。
 - vii) 天然ガスが US\$ 0.6/MMBTU にて供給され、コンバインド-サイクルガスタービン方式が採用されれば、上記 IPP プロジェクトは電気を US\$ 0.025/kWh にて供給することは可能と思われる。
- (1) 本レポートのオリジナルケースとリコメンディッドケースには、下記の電力、天然ガス、水の単価を適用するものとする。

(Purchase Prices of Utilities)

オリジナルケース

天然ガス:	US\$ 0.8/MMBTU
電力:	US\$ 0.0416/kWh

リコメンディッドケース

天然ガス:	US\$ 0.6/MMBTU
電力:	US\$ 0.025/kWh

Industrial water: 本製鉄所は所内にデサリネーションプラントを保有するものと想定した。

- (2) ユーティリティー原単位は棒鋼（製品）トン当たりにて下記の通り。

電力:	1,050.9 kWh/ton of steel bar
天然ガス:	12.31 MMBTU/ton of steel bar
Industrial water:	0.85 Nm ³ /ton of steel bar

14-2-4 労務費

給与、賃金、賞与、福利厚生費および従業員に関連する諸経費などの労務費は、オマーンにおける産業での現在の水準を考慮して、下記の表の如く想定した。

Table 14-2-4 Unit Price of Labor

	Labour cost (US\$/person-year)
General Manager	75,000
Department Manager	50,000
Section Manager	30,000
Assistant Section Manager	24,000
Engineer and Specialist	22,000
Foreman	15,500
Assistant Foreman	12,400
Worker and Clerk	10,000

11-3 章に述べられた本製鉄所の要員に基づき、年間労務費は下記の表の如く算定した。

Table 14-2-5 Annual Labour Cost for the Steel Complex

Item	Number	Unit labour cost (US\$/person-year)	Labour cost (US\$ '000/year)
CM & MD	2	100,000	200
GM	1	75,000	75
DGM	2	60,000	120
DM	7	50,000	350
SM	29	30,000	870
ASM	44	24,000	1,056
E & SP	83	22,000	1,826
F	63	15,500	977
AF	195	12,400	2,418
W & CL	813	10,000	8,130
Total	1,239	12,497	16,022

14-2-5 副産物のコスト

製鋼プラントおよび圧延プラントにて回収される鉄屑の価格は、購入鉄屑と同じとする（製鋼プラントにて原料として再投入）。

スケール、石灰粉およびその他の副産物の販売価格は処理コストと同じと見なす。

よって、販売量、輸送・廃棄コストは計算されない。

14-2-6 保全・修理コスト

類似の製鉄所の経験、実績を勘案して、保全・修理コストは製品（棒鋼）トン当たり10ドルと想定した。

14-2-7 設備償却費

固定資産は、下記の表の8つのカテゴリーに分類し、定額法により下記に設定される耐用年数にて償却されるものとする。

但し、本財務分析においては、固定資産全体を17年均等定額償却にて計算した。

List of Categories and Depreciation Period for Fixed Assets

(Unit: Year)

<u>Categories</u>	<u>Depreciation period</u>
Manufacturing plant	15
Auxiliary plant	15
Factory building	33
Office building and company house	50
Vehicle	5
Tool	4
Furniture and office equipment	10
Land	nil

14-2-8 販売および一般管理費

土地のレンタル料、ジェティーの利用料、マネージメント/技術指導フィー、保険料およびその他の雑費などを含む販売および一般管理費は下記の通り算定した。

(1) 土地賃借料

土地賃借料は年間 US\$319,000。
(1,828,000 m² x R0. 0.1/m²-year)

(2) ジェティーの利用料

ジェティーの利用料は下記の計算に基づき、年間 US\$2,420,000 と想定した。

1) Construction cost (to be done by the Government): US\$ 27.8 million

2) The annual fee is set so as to get IRR of 6% for the period of 20 years.

(3) プラントの機器の保険料

プラント機器の年間保険料は総プラント建設費の 0.1 %とした。

$$\text{US\$ } 665 \text{ million} \times 0.1 \% = \text{US\$ } 665,000 \text{ per year}$$

(4) 構内輸送および外注作業

構内輸送および外注作業は製品（棒鋼）トン当たり 1 ドルとした。

$$\text{US\$ } 1/t \times 1,164,000 \text{ t/y} = \text{US\$ } 1,164,000 \text{ per year}$$

(5) 販売経費および口銭

継続して安定した顧客を確保するためには、国内および海外の販売代理店を活用する必要があると考えられる。

販売経費と口銭は、財務分析では 1.5%とした。

(6) マネージメント、技術指導にかかわるコストおよび諸経費

スムーズな生産立ち上がりと早期のフル操業を達成し、その後の安定した高生産を維持していくためには、海外の先進製鉄会社の経験豊富な要員を本製鉄所に常駐させることによる、技術およびマネージメント指導の導入を図る必要がある。

技術およびマネージメント指導の想定人数は下記の表の通り。人数は技術移転の進展に伴い漸減するものとした。

Table 14-2-6 Estimated Number of Personnel for the Technical & Managerial Assistance

Year after the start-up	1 - 3	4 - 5	6 - 7	8	9 - 20
No. of personnel	40	35	30	25	10

技術およびマネジメント指導の対価および関連経費は US\$ 22,000 per man-month と想定した。

(7) その他の雑費

その他の雑費は労務費の 5% と想定した。

$$\text{US\$ } 16,000,000/\text{y} \times 5\% = \text{US\$ } 800,000 \text{ per year}$$

(8) 本章にて述べた販売および一般管理費 (Sales and general expenses) は財務分析の損益計算書の Other Expenses of the fixed Cost に含まれる。

14-3 生産計画

14-3-1 生産計画

下記の表に示す如く生産計画を策定した。

Table 14-3-1 Production Plan

(Unit: tons)

Products	1st year	2nd year	3rd year and after
DRI	910,000	1,186,900	1,300,000
Billets	840,000	1,095,000	1,200,000
Steel Bars	814,800	1,062,700	1,164,000
(Operation rate)	(70.0%)	(91.3%)	(100%)

第15章 財務分析

15.1 総論

財務分析は下記より構成される。

(1) 下記の財務諸表による分析

- 1) 製品（棒鋼）トン当たりの製造コスト
- 2) 損益計算書
- 3) キャッシュフロー
- 4) バランスシート（貸借対照表）

(2) デイスクウントキャッシュフロー法による内部収益率（IRR）に基づく投資金効率の 評価

(3) 感度分析

15.2 財務分析の前提条件

15.2.1 財務分析対象期間（プロジェクトライフ）

財務分析の対象期間は製鉄所の操業開始後 20 年とする。

財務分析上の年度は暦年ベース、即ち 1 月から 12 月までとする。

15.2.2 資金の使途と資金の調達

(1) 資金の使途

製鉄所新設に必要な資金は下記より構成される。

1) 設備投資

実施計画にて策定の建設計画に基づいて設備投資の支払計画を、下記の表の如く想定した。

Table 15-2-1 Payment Schedule of the Capital Investment

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
Equipment cost	99,700	192,000	181,300	468,000
Installation cost		20,000	30,000	50,000
Civil & building cost	52,500	42,000	10,500	105,000
Land preparation	5,000			5,000
Owner's engineering	4,200	4,200	4,200	12,600
Contingency	4,850	7,800	6,750	19,400
Total	166,250	266,000	232,750	665,000

Notes: (a) Installation cost includes customs clearance and inland transportation cost of equipment.

(b) Contingency is allocated by year according to the payment of equipment cost, installation cost and civil and building cost.

2) 操業前費用

操業前費用は下記の通り想定した。

	(US\$ '000)
Labor cost	18,000
Temporary office rental and office expenses	2,400
Fee and expenses for financial advisors	2,000
Process license fee	7,000
<u>Miscellaneous expenses</u>	<u>2,600</u>
Total	32,000

キーとなる操業要員は海外の製鉄所でのトレーニングを受けるため、製鉄所の操業開始の24カ月前に採用するものとした。

他の従業員は、操業開始の6カ月前に採用する。

上記操業前の期間の労務費および諸経費は、操業前費用に算入した。

DR（直接還元）プロセスのライセンスフィーは操業前費用に算入する。

操業前費用は繰り延べ資産として操業開始後15年にて均等に償却する。

操業前費用の年度毎の支払計画は下記のように想定した。

Table 15-2-2 Payment Schedule of Pre-production Cost

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
Labor cost	1,000	4,000	13,000	18,000
Office expenses	800	800	800	2,400
Financial advisor	2,000			2,000
Process license fee			7,000	7,000
Miscellaneous expenses	200	400	2,000	2,600
Total	4,000	5,200	22,800	32,000

3) 建設期間中金利

建設期間中に発生する長期借入金の金利は繰り延べ資産として操業開始後15年にて均等に償却する。

上記建設期間中金利の年度毎の支払いは下記の通り想定した。

Table 15-2-3 Payment Schedule of Interest during the Construction Period (IDC)

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
IDC	5,253	18,232	37,666	61,151

4) 初期（操業開始時）運転資金

操業開始時に必要な原材料在庫に要する資金を下記の通り想定した。

- Raw materials (pellets) : inventory of 1.5 months' consumption of the first operation year
- Manufacturing supplies : inventory of 3 months' consumption of the first operation year

Table 15-2-4 Initial Working Capital

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
Raw materials			7,614	7,614
Manufacturing supplies			10,287	10,287
Total			17,901	17,901

Minimum cash at hand 7,619

5) 総投資コスト

上述の前提に基づき、総投資コストは下記の表の如く集計される。

Table 15-2-5 Total Investment Cost

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
Capital investment	166,250	266,000	232,750	665,000
Pre-production cost	4,000	5,000	23,000	32,000
IDC	5,253	18,232	37,666	61,151
Initial working capital			25,520	25,520
Total	175,503	289,232	318,936	783,671

(2) 資金の調達

総投資コストは資本金と長期借入金（下記に定める条件）にてカバーされるものと想定した。

(a) デット・エクイティー比率は 70:30 とする。

(b) 長期借入金の条件

金利率	9.0 % p.a.
借入期間	10 年
支払猶予期間	2 年
返済期間	8 年
返済方法	元本均等年賦

(3) 資金需要と資金調達計画

製鉄所新設プロジェクトに要する資金需要および資金調達計画は下記の通り。

Table 15-2-6 Schedule of Fund Raising and Demand

(Unit: US\$ 1,000)

Year	-3	-2	-1	Total
Fund Demand				
Capital investment	166,250	266,000	232,750	665,000
Pre-production cost	4,000	5,000	23,000	32,000
IDC	5,232	18,232	37,666	61,151
Initial working capital			25,520	25,520
Total	175,503	289,232	318,936	783,671
Fund Raising				
Long-term loans	116,734	171,539	260,167	548,594
Equity capital	58,769	117,539	58,769	235,078
Total	175,503	289,232	318,936	783,671

(4) 短期借入金

運転資金として短期借入金が必要な場合の借入金の金利率は10%/年とし、返済までの1年間の金利を支払うものとした。

15.2.3 販売計画

(1) 販売計画

生産計画に基づき販売計画を、仕向け国別又は地域別に下記の表の如く策定した。

Table 15-2-7 Sales Plan (Country-wise Sales Quantity)

(Unit: 1,000 tons/year)

Country/Area	Year 2005 Sales Tonnage	Year 2010 Sales Tonnage
Domestic (Oman)	400	570
UAE	470	395
Kuwait	34	40
Bahrain	10	5
Saudi Arabia	30	10
Yemen	130	105
Jordan	5	4
Syria	10	6
Kenya	1	1
Tanzania	1	1
Pakistan	3	2
Asia	70	25
Total	1,164	1,164

国内マーケットにおける地域別の販売計画は、下記の表の通り。

Table 15-2-8 Domestic Sales Plan (Area-wise Sales Quantity)

Area	Sales Tonnage ('000 tons/year)	(%)
Muscat	74	(18%)
Al Batinah (Sohar)	67	(17%)
Mustadam	10	(3%)
A'Dahirah	54	(13%)
Ad Dakhlyah (Nizwa)	85	(21%)
Ashharqiyah (Sur)	55	(14%)
Al-Wusta	16	(4%)
Dhofar (Salalah)	39	(10%)
Total	400	(100%)

(2) 販売価格

リコメンディッドケースおよびオリジナルケースにおいては、最近の極めて低迷している世界的な市場を考慮して、棒鋼の C&F 価格を 300 ドル/トンと想定した。

棒鋼の販売価格は、対象国の実勢価格および国際マーケットでの価格動向を勘案して想定した。

製鉄所より出荷する棒鋼の FOB ネット販売価格は顧客への引き渡し価格マイナス（輸送コスト及び諸経費）にて下記の如く算定した。

Sales prices assumption

<u>Domestic</u>	(US\$/ton)
CIF price of imported steel bars	300
Import duty (5%)	15
Location advantage	10
<u>Transportation cost to Dhofar area</u>	<u>(-) 3 (US\$ 30/ton x 10%)</u>
Ex-factory domestic price	322

立地上のメリット（Location advantage）とは輸入製品との比較において輸入業者が負担しなければならない以下の費用をメリットとして考慮。（1）LC の開設費用、（2）輸入鋼材の在庫ヤードおよび在庫の維持、（3）輸入関連経費を最小限に押さえるための大量購入、（4）出荷までの諸経費。

<u>Export</u>	(US\$/ton)
CIF price of imported steel bars	300
Import duty	
(4% is accounted for GCC countries)	14
Location advantage	10
(applied for only UAE)	
<u>(-) Transportation cost</u>	<u>- (T)</u>
<u>Ex-factory export prices</u>	
for UAE	314
for Saudi, Kuwait, Bahrain	292
for Yemen, Jordan, Syria,	
Kenya, Tanzania, Pakistan	270
<u>for Asia</u>	<u>260</u>
<u>Weighted average export price</u>	298 301
	(in 2005) (in 2010)

オマーンおよび GCC 諸国のマーケットにおいては、GCC 製品優先購入政策および域内関税免除などの利点を考慮した。現在の GCC 諸国での輸入関税率は下記の通り。

Oman	:	5% (general except special luxury items)
UAE	:	4% (general except special luxury items)
Saudi Arabia	:	12% (general except special luxury items), 20% for steel bars and wire rods
Qatar	:	5% (general except special luxury items), 20% for steel bars
Bahrain	:	4% (general except special luxury items)

本製鉄所の販売計画は下記の通り。

Table 15-2-9 Sales Plan

Year	1st year			2nd year			3 - 7 year		
	Tonnage (‘000 tons)	@ (US\$/T)	Amount (mill. US\$)	Tonnage (‘000 tons)	@ (US\$/T)	Amount (mill. US\$)	Tonnage (‘000 tons)	@ (US\$/T)	Amount (mill. US\$)
Domestic	400	322	128.8	400	322	128.8	400	322	128.8
Export	356.6	298	106.3	662.7	298	197.5	764	298	227.7
Total	756.6	310.7	235.1	1,062.7	307.0	326.3	1,164	306.2	356.5

Year	8th year and after		
	Tonnage (‘000 tons)	@ (US\$/T)	Amount (mill. US\$)
Domestic	570	322	183.5
Export	594	301	178.8
Total	1,164	311.3	362.3

15.2.4 販売および一般管理費

一般管理費および販売費は第 14-2-8 節で述べた通り。

15.2.5 法人所得税

法律の規定に従い、操業開始後5年間は製鉄所は法人所得税を免除されるものとする。法人所得税免除は更に5年間延長可能である。本スタディーでは10年間免税と想定した。

免税期間経過後は法人所得税率は課税対象所得の7.5%を設定した。

上記の税率は下記の企業が対象となる。

(foreign capital is equal to or less than 90%, Omani capital is equal or more than 51%, public share holding company and public share is 40%.)

15.3 財務諸表の分析と評価

15.3.1 財務諸表の分析と評価の前提

財務分析は下記の前提に基づき行う。

(1) 最低現金保有額

最低現金保有額を常に保有するものとする。最低保有額は財務分析対象期間中は売上高の3%にて設定。

(2) 売掛金

売掛金は財務分析対象期間中は売上高の4%（売上高の0.5ヶ月分）にて設定した。

(3) 棚卸資産

1) 原材料

各年度末の原材料在庫は、翌年に消費する原材料の12.5%（1.5ヶ月分）にて設定した。

各年度末の副資材の在庫は、翌年に消費する原材料の25%（3ヶ月分）にて設定した。

2) 製品及び半製品

各年度末の製品及び半製品在庫は、売上高の4%（売上高の0.5ヶ月分）にて設定した。

(4) 買掛金

買掛金は上記の売掛金の算定において、売掛金－買掛金のネットとして考慮した。

(5) 法人所得税引当（未払勘定）

法人所得税は対象年度の翌年度に支払われるものとする。

15.3.2 投資資金効率の評価

投資資金効率は、ディスカウントキャッシュフロー法（DCF 法）による内部収益率（IRR）にて評価した。

(1) DCF 法による内部収益率(IRR) の定義

一般的な計算式は下記の通り。:

$$\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+R)^t}$$

return of investment (ROI)に於ける各記号の数式は以下の通り。

R : IRR

I_t : Amount of total investment in the t-th year

S_t : Cash flow (Return) in the t-th year

キャッシュフローは税引後利益＋設備償却＋繰延資産償却＋長期借入金、短期借入金の金利＋（最終年度の固定資産の帳簿残高及び棚卸資産残高＋その他運転資本残高）－短期預金の受取利息－各年度の運転資本増加額

(注) 最終年度の固定資産及び棚卸し資産は帳簿価格にて売却するものとする。

15.3.3 オリジナルケースの財務分析

オリジナルケースの財務分析の結果を下記に要約する。

(1) 財務諸表

1) 製品トン当たりコスト

第 14 章 で述べた製造コスト及び営業外費用(NOE) を製品トン当たりコストに換算すると下記の表の通り。

Table 15-3-1 Cost of Products per Ton (Original Case)

(US\$ per ton of steel bars)

	5th year	10th year
Iron oxide	74.7	74.7
Energy (gas & electricity)	53.6	53.6
Other materials	50.5	50.5
Variable cost	178.8	178.8
Fixed cost	79.8	76.5
Total production cost	268.6	255.3
NOE	30.4	2.7
Total cost	299.0	258.0

2) 損益予測

オリジナルケースの各年展開の損益計算書 Table 15-3-3 に示す。

下記の表 (Table 15-3-2)に示す通り、本製鉄所は、操業初年度は生産立ち上がり途上にて操業度が低い為赤字となるが、操業 2 年目にて実質的な純利益を計上する。

Table 15-3-2 Profit and Loss (Original Case)

(US\$ million)

Year	1	2	3	4	5	10
Sales Amount	253	326	356	356	356	362
Net Profit	(-) 32	(-) 7	8	14	20	62
Profit/sales (%)			(2%)	(4%)	(6%)	(17%)
Cumulative profit	(-) 32	(-) 39	(-) 31	(-) 17	3	232

3) キャッシュフロー

各年度展開のキャッシュフローを Table 15-3-4 に示す。

4) バランスシート (貸借対照表)

各年度展開のバランスシート (貸借対照表) を Table 15-3-5 に示す。

5) 財務指標

バランスシート上の主要財務指標は下記の通り。

Year	1	2	3	4	5	10
debt-equity	73:27	74:26	70:30	66:34	60:40	0:100
current ratio	-	1.1	0.9	0.8	0.8	-
debt service coverage ratio	1.27	1.41	0.86	0.89	0.86	1.54

Notes: (1) Debt equity ratio --- $\text{Debt}/(\text{Debt} + \text{Equity}) \times 100$; $\text{Equity}/(\text{Debt} + \text{Equity}) \times 100$

(2) Current ratio --- $\text{Current assets}/\text{Current liabilities} \times 100$

(3) Debt service coverage ratio --- $\text{Debt service (repayment} + \text{interest payment)}/$
 $(\text{net profit} + \text{interest})$

6) 内部収益率(IRR)

オリジナルケースの IRR は下記の通り。

	(after tax base)	(before tax base)
IRR (on Investment):	11.0%	11.2%
IRR (on Equity):	11.3%	11.6%

想定調達金利 9%との比較において、又想定した損益とキャッシュフローから判断して、オリジナルケースは商業的にフィージブルであるとは判定し難い。

特に、デットサービス カバー率は操業 7 年目まで 1.0 未満となる。

上記損益予想及び IRR より判断して、商業 プロジェクトとしてファイナンスを組成するのは困難と予想される。

IRR の計算は Table 15-3-6 に示す。

7) 感度分析

オリジナルケースの感度分析の結果を下記に示す。

Capital Investment IRR (on Investment)

Base	11.0%
10% up	9.9%
10% down	12.3%

Pellet Price

Base	11.0%
10% up	9.9%
10% down	12.1%

Sales Price of Bar

Base	11.0%
5% up	13.1%
5% down	8.8%

Natural Gas

Base (US\$ 0.8/MMBTU)	11.0%
US\$ 0.5	11.5%
US\$ 0.6	11.4%
US\$ 0.7	11.2%

Electricity

Base (US\$ 0.0416/kWh)	11.0%
US\$ 0.02	14.1%
US\$ 0.025	13.4%
US\$ 0.03	12.7%

Interest rate of long-term loans

	IRR (on investment)	IRR (on equity)
Base (9% p.a.)	11.0%	11.3%
8.0 % p.a.	11.0%	12.1%
8.5 % p.a.	11.0%	11.7%

Table 15-3-3 Profit and Loss Statement (Original Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sales Revenue	253.2	326.3	356.4	356.4	356.4	356.4	356.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4
Variable Cost	145.7	190.0	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1	208.1
Marginal Profit	107.5	136.2	148.3	148.3	148.3	148.3	148.3	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2
Labour Cost	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Depreciation	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Amortization	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
Maintenance	8.1	10.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
other Fixed Costs	19.7	20.8	21.3	20.0	20.0	18.6	18.6	17.4	16.1	16.1	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
Total Fixed Cost	89.2	92.8	94.3	92.9	92.9	91.6	91.6	90.4	89.1	89.1	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	80.2	80.2	41.1	41.1	41.1
Operating Profit	18.2	43.4	54.0	55.3	55.3	56.6	56.6	63.8	65.1	65.1	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	74.0	74.0	113.1	113.1	113.1
Interest	50.0	50.0	46.5	41.0	35.4	29.2	22.2	15.5	9.3	3.1										
Profit before Tax	-31.8	-6.6	7.5	14.4	19.9	27.5	34.4	48.3	55.9	62.0	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	74.0	74.0	113.1	113.1	113.1
Tax											5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.5	5.5	8.5	8.5	8.5
Net Profit	-31.8	-6.6	7.5	14.4	19.9	27.5	34.4	48.3	55.9	62.0	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7	68.4	68.4	104.6	104.6	104.6
Cumulative Profit	-31.8	-38.4	-30.9	-16.5	3.4	30.9	65.3	113.7	169.6	231.6	294.3	357.0	419.7	482.4	545.0	613.5	681.9	786.5	891.2	995.8

Table 15-3-4 Cashflow (Original Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uses Of Funds																				
Minimum Cash in Hand	7.6	9.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
Increase in Working Capital	26.5	8.3	2.5					0.5												
Loan (long) Repayment			68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6										
Loan (short) Repayment		13.0		3.9	12.8	16.1	11.9	0.7												
Interest (L-Loans)	49.4	49.4	46.3	40.1	33.9	27.8	21.6	15.4	9.3	3.1										
Interest (S-Loan)	0.7	0.7	0.2	0.8	1.4	1.4	0.6													
Corporate Tax												5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.5	5.5	8.5	8.5
Total	84.2	81.1	128.3	124.1	127.4	124.5	113.4	96.1	88.7	82.5	10.9	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.4	16.4	19.4	19.4
Sources of Funds																				
Cash & Deposit (begin.)	7.6	7.6	25.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	34.6	67.2	106.0	219.1	327.2	435.2	543.2	651.2	759.2	866.8	974.3	1,078.9
Equity Capital																				
Loan (long-term)																				
Loan (short-term)	13.0		3.9	12.8	16.1	11.9	0.7													
Operating Profit	18.2	43.4	54.0	55.3	55.3	56.6	56.6	63.8	65.1	65.1	67.8	67.8	67.8	67.8	67.8	74.0	74.0	113.1	113.1	113.1
Depreciation	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Amortization	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
Total	84.2	96.3	128.3	124.1	127.4	124.5	113.4	119.8	145.1	177.7	219.1	332.2	440.3	548.3	656.3	764.3	872.3	979.9	1,087.4	1,192.0
Surplus/Deficit		15.2						23.7	56.4	95.2	208.3	316.3	424.3	532.3	640.3	748.4	855.9	963.5	1,068.1	1,172.7
Cash & Deposit	7.6	25.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	34.6	67.2	106.0	219.1	327.2	435.2	543.2	651.2	759.2	866.8	974.3	1,078.9	1,183.6

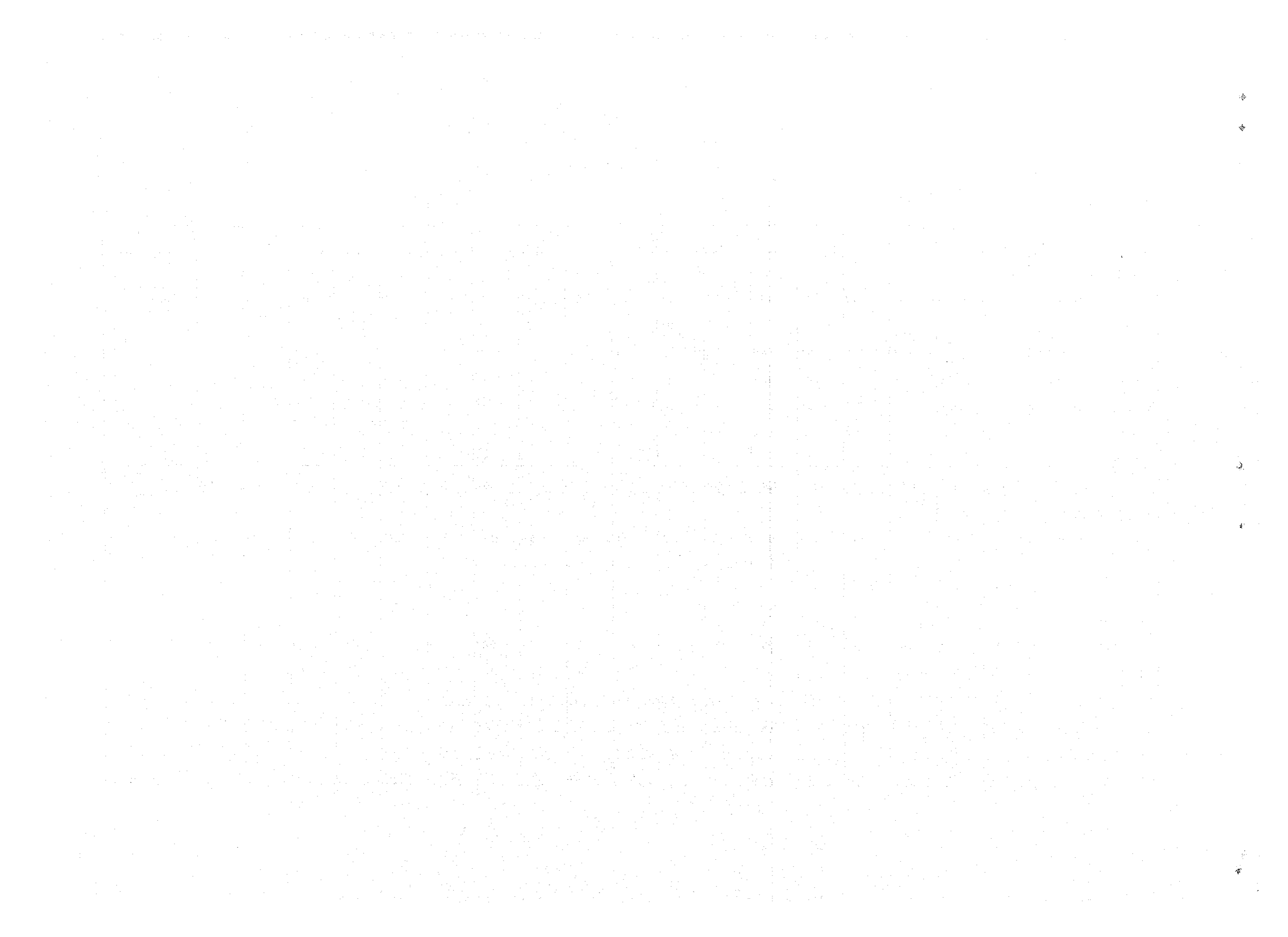


Table 15-3-5. Balance Sheet (Original Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Assets																					
Cash & Deposit	7.6	25.0	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	34.6	67.2	106.0	219.1	327.2	435.2	543.2	651.2	759.2	866.8	974.3	1,078.9	1,183.6	
Account Receivable	21.1	27.2	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2
Inventories	23.3	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6
Fixed Assets	625.9	586.8	547.6	508.5	469.4	430.3	391.2	352.1	312.9	273.8	234.7	195.6	156.5	117.4	78.2	39.1					
Deferred Assets	86.9	80.7	74.5	68.3	62.1	55.9	49.7	43.5	37.3	31.1	24.8	18.6	12.4	6.2							
Total	764.9	745.3	688.1	642.8	597.5	552.2	506.8	485.9	473.2	466.7	534.5	597.1	659.8	722.5	785.2	854.1	922.5	1,030.1	1,134.7	1,239.3	
Liabilities & Capital																					
Account Payable																					
Tax Payable											5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.5	5.5	8.5	8.5	8.5	
Short-term Loan	13.0		3.9	12.8	16.1	11.9	0.7														
Long-term Loan	548.6	548.6	480.0	411.4	342.9	274.3	205.7	137.1	68.6												
Capital	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	
Cumulative Profit	-31.8	-38.4	-30.9	-16.5	3.4	30.9	65.3	113.7	169.6	231.6	294.3	357.0	419.7	482.4	545.0	613.5	681.9	786.5	891.2	995.8	
Total	764.9	745.3	688.1	642.8	597.5	552.2	506.8	485.9	473.2	466.7	534.5	597.1	659.8	722.5	785.2	854.1	922.5	1,030.1	1,134.7	1,239.3	

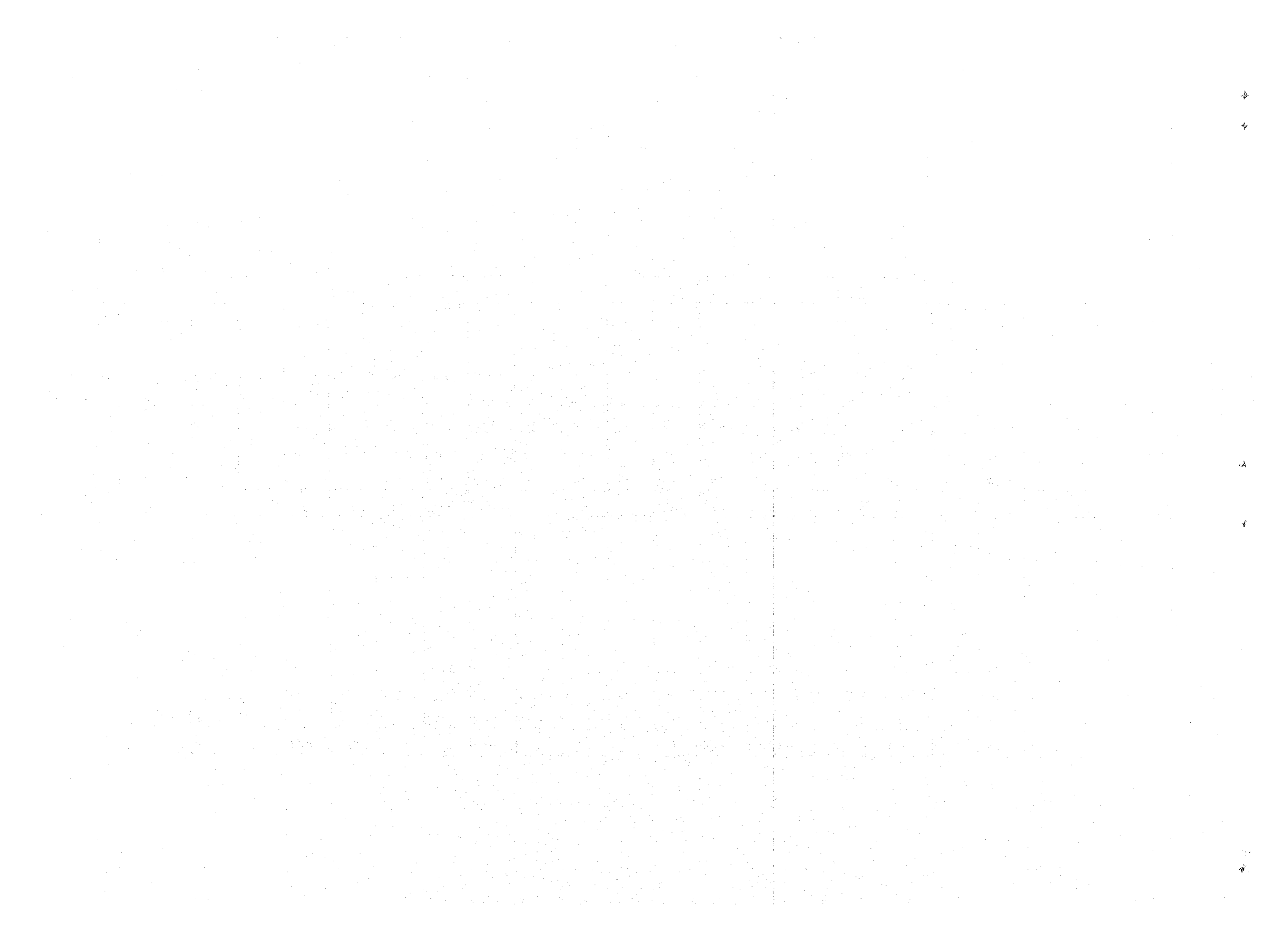


Table 15-3-6 Calculation of IRR (Original Case)

(Post-Tax Basis)

IRR(%)= 11.02		(Unit:1,000US\$)				
(ON INVESTMENT)		(EXCLUDING IDC, INCLUDING WC)				
YEAR	INVESTMENT	CASH INFLOW	NET FLOW	NET PV	NET PV	
-3	170,250		-170,250	-170,250	-170,250	
-2	271,000		-271,000	-244,099	-244,099	
-1	273,651		-273,651	-222,019	-222,019	
1		63,559	63,559	46,448	46,448	
2		88,748	88,748	58,418	58,418	
3		99,332	99,332	58,894	58,894	
4		100,652	100,652	53,753	53,753	
5		100,652	100,652	48,417	48,417	
6		101,972	101,972	44,183	44,183	
7		101,972	101,972	39,797	39,797	
8		109,140	109,140	38,366	38,366	
9		110,460	110,460	34,975	34,975	
10		110,460	110,460	31,503	31,503	
11		108,017	108,017	27,749	27,749	
12		108,017	108,017	24,994	24,994	
13		108,017	108,017	22,513	22,513	
14		108,017	108,017	20,278	20,278	
15		108,017	108,017	18,265	18,265	
16		107,551	107,551	16,381	16,381	
17		107,551	107,551	14,755	14,755	
18		104,617	104,617	12,928	12,928	
19		104,617	104,617	11,645	11,645	
20		104,617	104,617	10,489	10,489	
RESIDUAL		17,901	17,901	1,617	1,617	
(TOTAL)	714,901	2,073,885	1,358,984	0	0	

IRR(%)= 11.28

(ON EQUITY)

YEAR	INVESTMENT	CASH INFLOW	NET FLOW	NET PV
-3	58,769		-58,769	-58,769
-2	117,539		-117,539	-105,625
-1	58,769		-58,769	-47,460
1		0	0	0
2		17,404	17,404	11,350
3		-14,307	-14,307	-8,385
4		0	0	0
5		0	0	0
6		0	0	0
7		0	0	0
8		23,913	23,913	8,213
9		32,632	32,632	10,072
10		38,803	38,803	10,762
11		113,100	113,100	28,190
12		108,017	108,017	24,194
13		108,017	108,017	21,742
14		108,017	108,017	19,538
15		108,017	108,017	17,558
16		108,017	108,017	15,778
17		107,551	107,551	14,118
18		107,551	107,551	12,687
19		104,617	104,617	11,090
20		104,617	104,617	9,966
RESIDUAL		58,157	58,157	4,979
(TOTAL)	235,078	1,234,121	999,043	0

(Unit:1,000US\$)

15-3-4 リコメンディッドケースの財務分析

オリジナルケースにおいて商業的なフィージビリティを確保し難い事を考慮し、記述の前提条件及びデータに基づいたリコメンディッドケースの財務分析を下記に要約する。

(1) 財務諸表

1) 製品トン当たりコスト

第 14 章で述べた製造コスト及び営業外費用(NOE) を、製品トン当たりコストに換算すると下記の表の通り。

Table 15-3-7 Cost of Products per Ton (Recommended Case)

(US\$ per ton of steel bars)

	5th year	10th year
Iron oxide	74.7	74.7
Energy (gas & electricity)	33.7	33.7
Other materials	50.5	50.5
Variable cost	158.9	158.9
Fixed cost	79.8	76.5
Total production cost	238.7	235.4
NOE	29.2	2.7
Total cost	267.9	238.1

2) 損益予測

リコメンディッドケースの各年展開の損益計算書を Table 15-3-9 に示す。

下記の表に示す如く、本製鉄所は、操業初年度は生産立ち上がり途上にて操業度が低い為赤字となるが、操業 2 年目にて実質的な純利益を計上する。

Table 15-3-8 Profit and Loss Statement (Recommended Case)

(US\$ million)

Year	1	2	3	4	5	10
Sales Amount	253	326	356	356	356	362
Net Profit	(-) 14	15	30	38	44	85
Profit/Sales (%)		(5%)	(8%)	(10%)	(12%)	(23%)
Cumulative Profit	(-) 14	1	31	69	113	460

3) キャッシュフロー

各年度展開のキャッシュフローを Table 15-3-10 に示す。

4) バランスシート (貸借対照表)

各年度展開のバランスシート (貸借対照表) を Table 15-3-11 に示す。

5) 財務指標

バランスシート上の主要財務指標は下記の通り。

Year	1	2	3	4	5	10
debt-equity	71:29	70:30	64:36	57:43	49:51	0:100
current ratio	-	1.7	1.8	2.0	2.3	-
debt service coverage ratio	1.62	2.23	1.07	1.14	1.21	1.30

Notes: (1) Debt equity ratio --- $\text{Debt}/(\text{Debt} + \text{Equity}) \times 100$; $\text{Equity}/(\text{Debt} + \text{Equity}) \times 100$

(2) Current ratio --- $\text{Current assets}/\text{Current liabilities} \times 100$

(3) Debt service coverage ratio --- $\text{Debt service (repayment} + \text{interest payment)}/$
 $(\text{net profit} + \text{interest})$

6) 内部収益率(IRR)

リコメンデイドケースの IRR は下記の通り。

	(after tax base)	(before tax base)
IRR (on Investment):	13.7%	13.9%
IRR (on Equity):	16.1%	16.4%

想定調達金利 9%との比較において、又想定した損益とキャッシュフローから判断して、本製鉄プロジェクトはフィージブルであり、実現に向けて更なるステップに進める価値があるものと判断される。

デットサービス カバー率は常に 1.0 以上となる。

IRR の計算は Table 15-3-12 に示す。

7) 感度分析

リコメンディッドケースの感度分析の結果を下記に示す。

<u>Capital Investment</u>	IRR (on Investment)	
Base	13.7%	
10% up	12.5%	
10% down	15.1%	
<u>Pellet Price</u>		
Base	13.7%	
10% up	12.7%	
10% down	14.7%	
<u>Sales Price of Bar</u>		
Base	13.7%	
5% up	15.6%	
5% down	11.7%	
<u>Natural Gas</u>		
Base (US\$ 0.6/MMBTU)	13.7%	
US\$ 0.65	13.6%	
US\$ 0.70	13.5%	
US\$ 0.75	13.3%	
US\$ 0.80	13.2%	
<u>Electricity</u>		
Base (US\$ 0.025/kWh)	13.7%	
US\$ 0.02	14.3%	
US\$ 0.03	13.0%	
US\$ 0.03	12.7%	
<u>Interest rate of long-term loans</u>		
	IRR (on investment)	IRR (on equity)
Base (9% p.a.)	13.7%	16.1%
8.0 % p.a.	13.7%	17.0%
8.5 % p.a.	13.7%	16.6%

Table 15-3-9 Profit and Loss Statement (Recommended Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sales Revenue	253.2	326.3	356.4	356.4	356.4	356.4	356.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4
Variable Cost	129.5	168.9	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0	185.0
Marginal Profit	123.7	157.4	171.4	171.4	171.4	171.4	171.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4	177.4
Labour Cost	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Depreciation	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1
Amortization	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
Maintenance	8.1	10.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
other Fixed Costs	19.7	20.8	21.3	20.0	20.0	18.6	18.6	17.4	16.1	16.1	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
Total Fixed Cost	89.2	92.8	94.3	92.9	92.9	91.6	91.6	90.4	89.1	89.1	86.4	86.4	86.4	86.4	86.4	80.2	80.2	41.1	41.1	41.1
Operating Profit	34.5	64.6	77.2	78.5	78.5	79.8	79.8	87.0	88.3	88.3	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	97.2	97.2	136.3	136.3	136.3
Interest	49.4	49.4	46.3	40.1	33.9	27.8	21.6	15.4	9.3	3.1										
Profit before Tax	-14.9	15.2	30.9	38.4	44.6	52.0	58.2	71.6	79.0	85.2	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	97.2	97.2	136.3	136.3	136.3
Tax											6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.3	7.3	10.2	10.2	10.2
Net Profit	-14.9	15.2	30.9	38.4	44.6	52.0	58.2	71.6	79.0	85.2	84.1	84.1	84.1	84.1	84.1	89.9	89.9	126.1	126.1	126.1
Cumulative Profit	-14.9	0.3	31.2	69.6	114.1	166.2	224.4	295.9	375.0	460.2	544.3	628.4	712.6	796.7	880.8	970.7	1,060.5	1,186.6	1,312.6	1,438.7

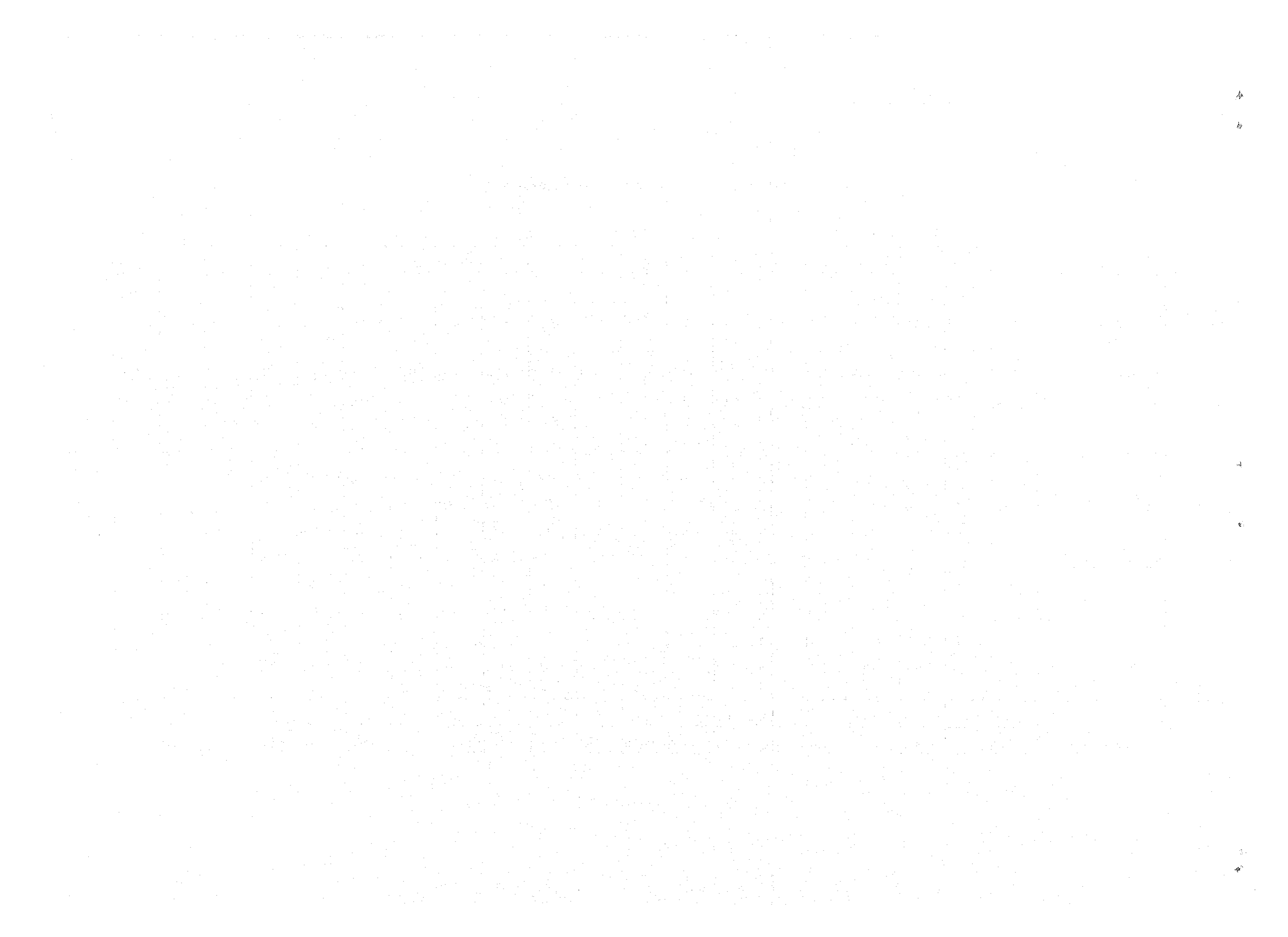


Table 15-3-10 Cashflow (Recommended Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uses Of Funds																				
Minimum Cash in Hand	7.6	9.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
Increase in Working Capital	26.5	8.3	2.5					0.5												
Loan (long) Repayment			68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6										
Loan (short) Repayment																				
Interest (L-Loans)	49.4	49.4	46.3	40.1	33.9	27.8	21.6	15.4	9.3	3.1										
Interest (S-Loan)																				
Corporate Tax												6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.3	7.3	10.2	10.2
Total	83.5	67.5	128.1	119.4	113.2	107.0	100.9	95.4	88.7	82.5	10.9	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	18.2	18.2	21.1	21.1
Sources of Funds																				
Cash & Deposit (begin.)	7.6	11.5	63.7	68.8	83.9	105.3	134.1	169.0	216.9	272.7	334.6	470.9	600.4	729.8	859.3	988.7	1,118.2	1,247.1	1,376.1	1,502.2
Equity Capital																				
Loan (long-term)																				
Loan (short-term)																				
Operating Profit	34.5	64.6	77.2	78.5	78.5	79.8	79.8	87.0	88.3	88.3	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9	97.2	97.2	136.3	136.3	136.3
Depreciation	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1	39.1		
Amortization	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2					
Total	87.4	121.4	186.2	192.6	207.8	230.4	259.2	301.3	350.5	406.3	470.9	607.2	736.6	866.1	995.5	1,125.0	1,254.4	1,383.4	1,512.4	1,638.4
Surplus/Deficit	3.9	53.9	58.1	73.3	94.6	123.4	158.3	206.0	261.8	323.8	460.0	589.5	718.9	848.4	977.8	1,107.3	1,236.3	1,365.3	1,491.3	1,617.4
Cash & Deposit	11.5	63.7	68.8	83.9	105.3	134.1	169.0	216.9	272.7	334.6	470.9	600.4	729.8	859.3	988.7	1,118.2	1,247.1	1,376.1	1,502.2	1,628.2

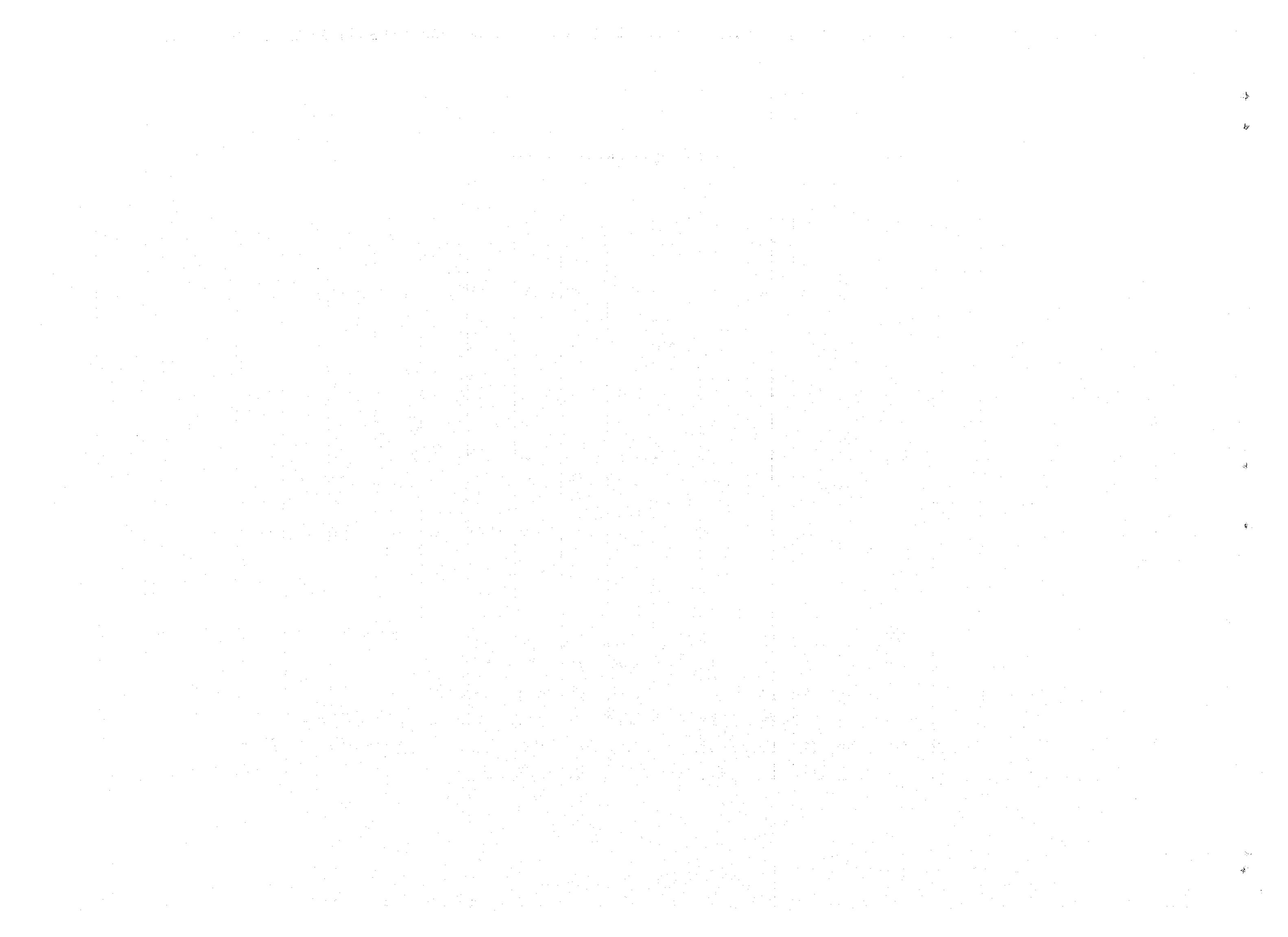


Table 15-3-11 Balance Sheet (Recommended Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Assets																				
Cash & Deposit	11.5	63.7	68.8	83.9	105.3	134.1	169.0	216.9	272.7	334.6	470.9	600.4	729.8	859.3	988.7	1,118.2	1,247.1	1,376.1	1,502.2	1,628.2
Account Receivable	21.1	27.2	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2
Inventories	23.3	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6
Fixed Assets	625.9	586.8	547.6	508.5	469.4	430.3	391.2	352.1	312.9	273.8	234.7	195.6	156.5	117.4	78.2	39.1				
Deferred Assets	86.9	80.7	74.5	68.3	62.1	55.9	49.7	43.5	37.3	31.1	24.8	18.6	12.4	6.2						
Total	768.7	783.9	746.3	716.1	692.0	675.5	665.2	668.1	678.6	695.3	786.2	870.3	954.5	1,038.6	1,122.7	1,213.0	1,302.9	1,431.9	1,557.9	1,684.0
Liabilities & Capital																				
Account Payable																				
Tax Payable											6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	7.3	7.3	10.2	10.2	10.2
Short-term Loan																				
Long-term Loan	548.6	548.6	480.0	411.4	342.9	274.3	205.7	137.1	68.6											
Capital	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1	235.1
Cumulative Profit	-14.9	0.3	31.2	69.6	114.1	166.2	224.4	295.9	375.0	460.2	544.3	628.4	712.6	796.7	880.8	970.7	1,060.5	1,186.6	1,312.6	1,438.7
Total	768.7	783.9	746.3	716.1	692.0	675.5	665.2	668.1	678.6	695.3	786.2	870.3	954.5	1,038.6	1,122.7	1,213.0	1,302.9	1,431.9	1,557.9	1,684.0

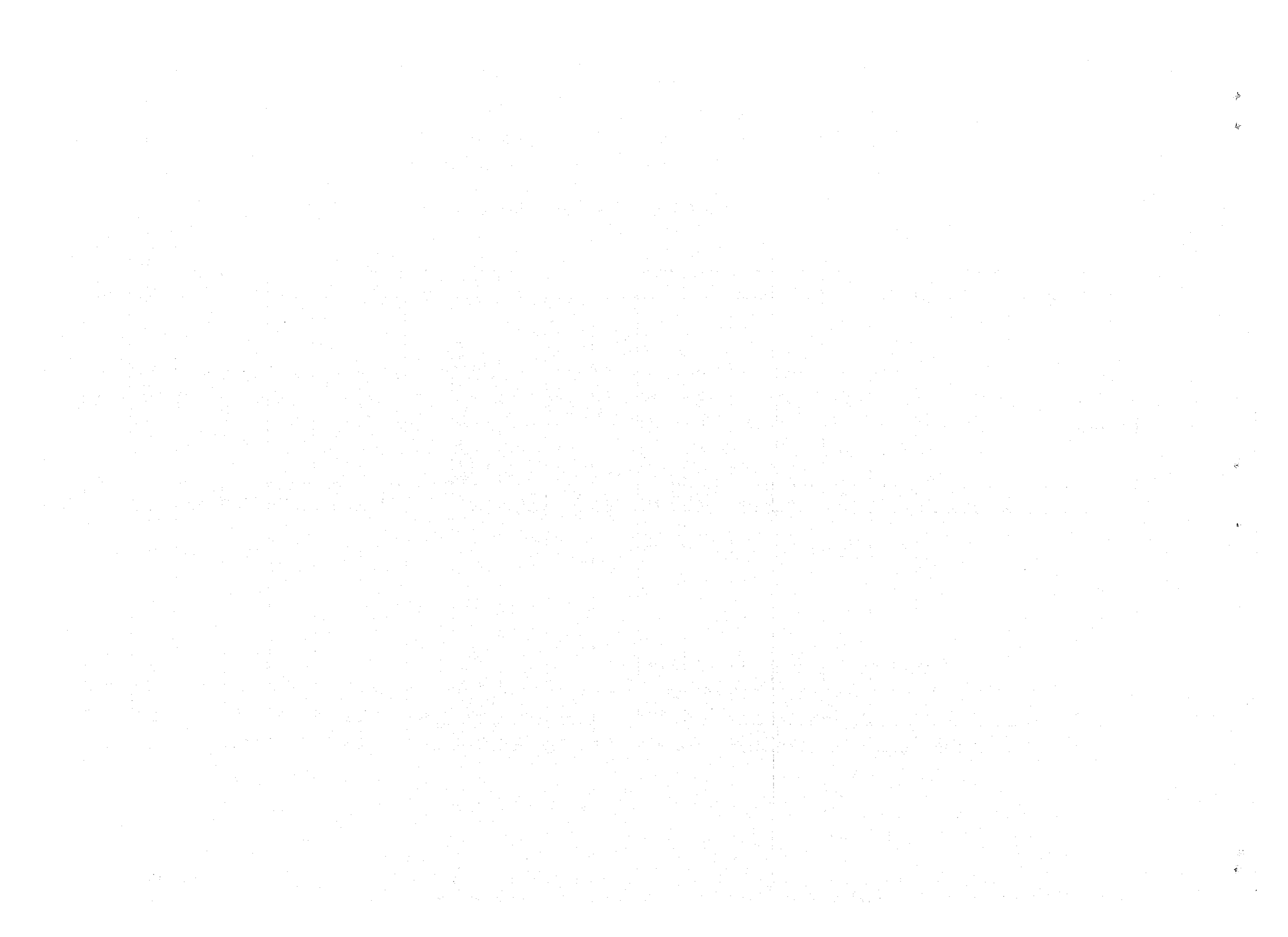


Table 15-3-12 Calculation of IRR (Recommended Case)

(Post-Tax Basis)		(Unit:1,000US\$)					
IRR(%)= 13.71		(ON INVESTMENT)					
YEAR	INVESTMENT	CASH INFLOW	NET FLOW	NET PV	(EXCLUDING IDC, INCLUDING WC)		
-3	170,250		-170,250	-170,250			
-2	271,000		-271,000	-238,323			
-1	273,651		-273,651	-211,636			
1		79,779	79,779	54,260			
2		109,904	109,904	65,735			
3		122,504	122,504	64,436			
4		123,824	123,824	57,277			
5		123,824	123,824	50,371			
6		125,144	125,144	44,769			
7		125,144	125,144	39,371			
8		132,311	132,311	36,606			
9		133,631	133,631	32,514			
10		133,631	133,631	28,593			
11		129,451	129,451	24,359			
12		129,451	129,451	21,421			
13		129,451	129,451	18,838			
14		129,451	129,451	16,567			
15		129,451	129,451	14,569			
16		128,985	128,985	12,766			
17		128,985	128,985	11,227			
18		126,051	126,051	9,649			
19		126,051	126,051	8,485			
20		126,051	126,051	7,462			
RESIDUAL		17,901	17,901	932			
(TOTAL)	714,901	2,510,972	1,796,072	0			

IRR(%)= 16.02		(Unit:1,000US\$)					
(ON EQUITY)							
YEAR	INVESTMENT	CASH INFLOW	NET FLOW	NET PV			
-3	58,769		-58,769	-58,769			
-2	117,539		-117,539	-101,246			
-1	58,769		-58,769	-43,606			
1		3,865	3,865	2,470			
2		52,216	52,216	28,747			
3		5,134	5,134	2,435			
4		15,139	15,139	6,184			
5		21,310	21,310	7,498			
6		28,802	28,802	8,730			
7		34,973	34,973	9,131			
8		47,817	47,817	10,754			
9		55,803	55,803	10,810			
10		61,975	61,975	10,341			
11		136,271	136,271	19,587			
12		129,451	129,451	16,027			
13		129,451	129,451	13,806			
14		129,451	129,451	11,892			
15		129,451	129,451	10,244			
16		129,451	129,451	8,824			
17		128,985	128,985	7,573			
18		128,985	128,985	6,523			
19		126,051	126,051	5,491			
20		126,051	126,051	4,730			
RESIDUAL		56,419	56,419	1,824			
(TOTAL)	235,078	1,677,048	1,441,971	0			

15.4 補足スタディ

本章では下記の3ケースに付き財務分析を行った。

- 1) 自家発電のオルタナティブケース
- 2) オリジナルケースにおけるオブティマムシナリオ

棒鋼の販売価格： 鉄鋼マーケットの回復、改善時に於ける市場価格
他の条件はオリジナルケースと同じ。

- 3) リコメンディッドケースにおけるオブティマムシナリオ

棒鋼の販売価格： 鉄鋼マーケットの回復、改善時における市場価格
他の条件はリコメンディッドケースと同じ。

15-4-1 自家発電のオルタナティブケース

このケースにおいては、本製鉄所が所内に発電プラントを有して、下記の条件にて発電するものと想定した。

他の条件はリコメンディッドケースと同じ。

(1) 自家発電プラントの前提

1) プラント建設費

オマーンにおける発電プラント建設の実績： US\$ 600/kW 発電キャパシティー、OECD/IEA による gas-fired CCGT (combined-cycle gas turbine) の想定コスト及び本ケースでの発電量が小規模である事を考慮して、本発電プラント (200 MW CCGT) の建設費は 140 百万ドルとした。(US\$ 700/kW capacity)

(Projected Costs of Generating Electricity - Update 1998 issued by OECD/IEA によれば“ Gas-fired CCGT overnight capital costs are lower than US\$ 800/kW in both OECD and non-OECD countries.”)

2) 天然ガスコスト

天然ガスの使用原単位は 10,100 BTU/kWh. (heat efficiency: approx. 34%) と想定した。

3) 操業及び保全コスト

年間の操業及び保全コストはプラント建設費の5%と想定した。

(2) 財務分析の結果

財務分析の結果は以下の通り。

1) 総投資額と資金の需要

想定した総投資額と資金の需要は以下の通り。

Table 15-4-1 Total investment cost & finance plan (Alternative Case)

(unit: US\$ million)

<u>Fund Demand</u>	
Capital Investment	805
Pre-production cost	32
IDC	74
<u>Initial working capital</u>	<u>25</u>
Total	936
<u>Fund raising</u>	
Long-term loans	655
<u>Equity capital</u>	<u>281</u>
Total	936

2) 損益予想

予想損益は以下の通り。

Table 15-4-2 Profit and loss (Alternative Case)

(US\$ million)

Year	1	2	3	4	5	10
Sales Amount	253	326	356	356	356	362
Net Profit	(-) 23	11	29	38	45	91
(%)		(3%)	(8%)	(11%)	(13%)	(25%)

損益予測、キャッシュフロー、バランスシートの詳細は Table 15-4-3, Table 15-4-4, Table 15-4-5 に示す。

3) 内部収益率 (IRR)

本ケースの IRR は以下の通り。

	(after tax base)	(before tax base)
IRR (on Investment):	12.8%	13.0%
IRR (on Equity):	14.7%	15.0%

このケースにおいては、本製鉄所は一定の利益水準を確保出来るものと予想される。しかし、総投資額はリコメンディッドケースの 783 百万ドルに対して、936 百万ドルと多額となる。

Table 15-4-3 Profit and Loss Statement (Alternative Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sales Revenue	253.2	326.3	356.4	356.4	356.4	356.4	356.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4	362.4
Variable Cost	113.3	147.7	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8	161.8
Marginal Profit	139.9	178.5	194.6	194.6	194.6	194.6	194.6	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5	200.5
Labour Cost	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Depreciation	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4
Amortization	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Maintenance	8.1	10.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
other Fixed Costs	26.7	27.8	28.3	27.0	27.0	25.6	25.6	24.4	23.1	23.1	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
Total Fixed Cost	105.3	108.9	110.3	109.0	109.0	107.7	107.7	106.5	105.1	105.1	102.5	102.5	102.5	102.5	102.5	95.5	95.5	48.1	48.1	48.1
Operating Profit	34.6	69.7	84.3	85.6	85.6	86.9	86.9	94.1	95.4	95.4	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	105.1	105.1	152.4	152.4	152.4
Interest	59.0	59.0	55.3	47.9	40.6	33.2	25.8	18.4	11.1	3.7										
Profit before Tax	-24.4	10.7	29.0	37.7	45.0	53.7	61.1	75.6	84.3	91.7	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	105.1	105.1	152.4	152.4	152.4
Tax											7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.9	7.9	11.4	11.4	11.4
Net Profit	-24.4	10.7	29.0	37.7	45.0	53.7	61.1	75.6	84.3	91.7	90.7	90.7	90.7	90.7	90.7	97.2	97.2	141.0	141.0	141.0
Cumulative Profit	-24.4	-13.7	15.3	52.9	98.0	151.7	212.8	288.5	372.8	464.5	555.2	645.9	736.6	827.3	917.9	1,015.1	1,112.3	1,253.4	1,394.4	1,535.4

Table 15-4-4 Cashflow (Alternative Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Uses Of Funds																				
Minimum Cash in Hand	7.6	9.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
Increase in Working Capital	26.5	8.3	2.5					0.5												
Loan (long) Repayment			81.9	81.9	81.9	81.9	81.9	81.9	81.9	81.9										
Loan (short) Repayment																				
Interest (L-Loans)	59.0	59.0	55.3	47.9	40.6	33.2	25.8	18.4	11.1	3.7										
Interest (S-Loan)																				
Corporate Tax												7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.9	7.9	11.4	11.4
Total	93.1	77.1	150.4	140.5	133.2	125.8	118.4	111.7	103.8	96.5	10.9	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2	18.8	18.8	22.3	22.3
Sources of Funds																				
Cash & Deposit (begin.)	7.6	11.1	67.8	66.8	76.9	94.4	120.7	154.2	201.9	258.7	322.9	475.3	620.4	765.5	910.6	1,055.7	1,200.8	1,345.3	1,489.9	1,630.9
Equity Capital																				
Loan (long-term)																				
Loan (short-term)																				
Operating Profit	34.6	69.7	84.3	85.6	85.6	86.9	86.9	94.1	95.4	95.4	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	105.1	105.1	152.4	152.4	152.4
Depreciation	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4	47.4
Amortization	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Total	96.6	135.1	206.5	206.8	216.9	235.8	262.0	302.7	351.7	408.5	475.3	627.8	772.9	917.9	1,063.0	1,208.1	1,353.2	1,497.8	1,642.3	1,783.3
Surplus/Deficit	3.5	58.0	56.1	66.2	83.7	110.0	143.6	191.0	247.8	312.0	464.5	609.5	754.6	899.7	1,044.8	1,189.9	1,334.5	1,479.0	1,620.0	1,761.0
Cash & Deposit	11.1	67.8	66.8	76.9	94.4	120.7	154.2	201.9	258.7	322.9	475.3	620.4	765.5	910.6	1,055.7	1,200.8	1,345.3	1,489.9	1,630.9	1,771.9

Table 15-4-5 Balance Sheet (Alternative Case)

(Unit: US\$ million)

YEAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Assets																				
Cash & Deposit	11.1	67.8	66.8	76.9	94.4	120.7	154.2	201.9	258.7	322.9	475.3	620.4	765.5	910.6	1,055.7	1,200.8	1,345.3	1,489.9	1,630.9	1,771.9
Account Receivable	21.1	27.2	29.7	29.7	29.7	29.7	29.7	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2
Inventories	23.3	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6
Fixed Assets	757.6	710.3	662.9	615.6	568.2	520.9	473.5	426.2	378.8	331.5	284.1	236.8	189.4	142.1	94.7	47.4				
Deferred Assets	98.7	91.6	84.6	77.5	70.5	63.4	56.4	49.3	42.3	35.2	28.2	21.1	14.1	7.0						
Total	911.8	922.5	869.6	825.3	788.4	760.2	739.4	733.2	735.6	745.4	843.4	934.1	1,024.8	1,115.5	1,206.2	1,303.9	1,401.1	1,545.7	1,686.7	1,827.7
Liabilities & Capital																				
Account Payable																				
Tax Payable											7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.9	7.9	11.4	11.4	11.4
Short-term Loan																				
Long-term Loan	655.4	655.4	573.4	491.5	409.6	327.7	245.8	163.8	81.9											
Capital	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9	280.9
Cumulative Profit	-24.4	-13.7	15.3	52.9	98.0	151.7	212.8	288.5	372.8	464.5	555.2	645.9	736.6	827.3	917.9	1,015.1	1,112.3	1,253.4	1,394.4	1,535.4
Total	911.8	922.5	869.6	825.3	788.4	760.2	739.4	733.2	735.6	745.4	843.4	934.1	1,024.8	1,115.5	1,206.2	1,303.9	1,401.1	1,545.7	1,686.7	1,827.7

