

国際協力事業団

イラン・イスラム共和国
計画予算庁

イラン国
エネルギー最適利用計画調査
最終報告書

- I. 調査の内容
- II. 6産業の省エネルギー・マスタープラン

1997年9月

JICA LIBRARY



3 1137875 191

財団法人省エネルギーセンター
財団法人日本エネルギー経済研究所

資源調査

JR

97-150
(I・II)

国際協力事業団

イラン・イスラム共和国
計画予算庁

イラン国
エネルギー最適利用計画調査
最終報告書

- I. 調査の内容
- II. 6産業の省エネルギー・マスタープラン

1997年9月

財団法人省エネルギーセンター
財団法人日本エネルギー経済研究所



1137875(9)

序 文

日本国政府は、イラン・イスラム共和国の要請に基づき、同国のエネルギー最適利用計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成7年9月から平成9年7月までの間、6回にわたり財団法人省エネルギーセンターの井口光雄氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はイラン・イスラム共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成9年9月

藤田公郎

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

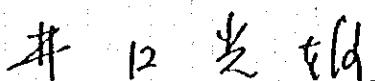
Foreword

Plan and Budget Organization (PBO) of the Islamic Republic of Iran initiated a study on developing a "Comprehensive Energy Plan" in 1992 and this project was carried out at Institute for Research in Planning and Development (IRPD). At the same time, the government of the Islamic Republic of Iran had requested the Japan International Cooperation Agency (JICA) for a technical and scientific cooperation on comprehensive energy studies and detailed analysis of energy conservation and environmental impact of energy in the framework of the comprehensive energy studies. This cooperation was started in 1992 and finalized in 1994. The main outcome of this study indicated that energy audit for developing a reliable energy database and more elaboration on energy conservation measures could be an important element of the energy policy. Therefore, PBO initiated a project of analysis of energy conservation in the social and economic sectors of the country and requested JICA to cooperate on this project with establishing an energy audit bus. This request was well received by JICA.

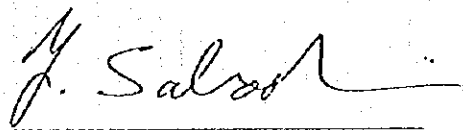
Technical cooperation on analysis of energy conservation in the social and economic sectors of the Islamic Republic of Iran started in 1995. PBO introduced IRPD and the Sharif University of Technology (SUT) as the Iranian counterpart organizations. JICA dispatched the JICA Study Team consists of Energy Conservation Center, Japan (ECCJ) and Institute of Energy Economics, Japan (IEEJ).

Upon the approval of the project, the counterpart institutions prepared a detailed scope of work and time schedule for implementing the project. In the framework of this collaborative project energy audit bus and necessary energy measuring equipment are presented by JICA to PBO and they are installed at SUT. The counterpart study teams carried out an energy audit in 11 energy intensive factories in the Islamic Republic of Iran in the summer of 1996. The aim of this collaborative work was twofold. First objective was to train the Iranian counterpart on energy audit and to transfer the technology and know how to the Iranian team. The second objective was to initiate an energy database for analysis of energy conservation at the macro and micro level in the industrial sector. The energy audit bus has been established at SUT and the result of analysis of energy conservation in 11 factories was presented in a seminar in February 1997. In addition, potentials for energy conservation have been estimated and energy conservation policies proposed for the industrial sector. This collaborative project has provided a scientific and technical infrastructure for further development of energy studies in the Islamic Republic of Iran.

The present collaborative study has been implemented and finalized successfully and this success is attributed to efforts and enthusiastic work of the members of both study teams which we would like to appreciate deeply. We would like to acknowledge the support of PBO, JICA, Iranian Advisory Committee, and all companies and organizations we visited. We hope this project will provide the necessary infrastructure for further development of energy studies in the Islamic Republic of Iran.



Mr. M. Iguchi
Project Manager
JICA Study Team



Dr. Y. Saboohi
Project Manager
PBO Team

目 次

I 調査の内容

1. 調査の内容	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	2
1.3 カウンターパート	3
1.4 日本側実施体制	3
1.5 調査の内容	3
1.6 調査の方法および実施状況	4
1.7 調査対象機関・工場	9
1.8 測定用機材	12
1.9 調査団名簿	13
1.10 カウンターパート名簿	14

II 6産業の省エネルギー・マスタープラン

1. エネルギー需給およびエネルギー政策の現状	15
1.1 イランの現状	15
1.2 第2次5カ年計画	25
1.3 省エネルギー設備投資に関わる税制および金融制度	31
2. 経済評価	43
2.1 業種別省エネルギーポテンシャルの推定法	43
2.2 鉄鋼業	52
2.3 化学工業(石油精製業)	88
2.4 セメント工業	109
2.5 ガラス工業	125
2.6 繊維工業	136
2.7 食品工業(製糖工業)	175
2.8 食品工業(植物油工業)	186
3. エネルギー利用計画	197
3.1 目 的	197

3.2	アプローチ	198
3.3	最適モデル	199
3.4	本調査における最適化の基本的概念と「ベスト」最適点	200
3.5	省石油を目的とする最適投資計画：手法と概念	202
3.6	最適モデルシミュレーションツール	211
3.7	最適モデル・シミュレーション	213
4.	データベース	233
4.1	目的	233
4.2	イラン国における現在のデータベース	234
4.3	本調査用データベースのシステム構成とその基本内容	235
4.4	オブジェクト指向DBMS	239
4.5	「セマンティック」オブジェクトモデル	242
4.6	リレーショナルモデルへの変換	244
5.	需要予測	297
5.1	エネルギー需給の現状	297
5.2	エネルギー需給予測モデルの開発	305
5.3	シミュレーション	319
5.4	政策インプリケーション	334
6.	省エネルギー政策の基本方向の検討と省エネルギー・ポテンシャルの推定	381
6.1	省エネルギー“対策”と省エネルギー“政策”	381
6.2	省エネルギー対策についての考察	384
6.3	基本的な政策措置の検討	393
6.4	政策シナリオの設定	402
6.5	省エネルギー・ポテンシャルの推定	405
6.6	結論	414
7.	省エネルギー・マスタープランの検討—第Ⅱ部のまとめ	417
7.1	6産業におけるエネルギー消費の現状	417
7.2	省エネルギーのための対策および政策の検討	417
7.3	省エネルギー・ポテンシャルの推定	418
7.4	政策シナリオと省エネ対策投資の評価	418
7.5	目標の設定とアクション・プラン	419

List of Tables

Table 1.1	Target and Results of the First Five-year Plan
Table 1.2	GDP Growth Rate and Added Value Price by Sectors during the Second Plan Period
Table 1.3	General Energy Data
Table 1.4	Primary Energy Supply (PJ)
Table 1.5	Final Energy Demand by Source and Sector (PJ)
Table 1.6	Energy Average Price of Public Utility
Table 1.7	Taxation Table for Income Tax (Based on Article 131, Taxation Law)
Table 1.8	Outline of the Investment Tax Deduction System in Countries
Table 1.9	International Comparison of Depreciation and Special Cost Depreciation Systems (Major items)
Table 1.10	Import Duties on Facilities and Equipment Relating to Energy Conservation
Table 1.11	Money Supply (1989 to 1993)
Table 2.1.1	Comparison of Labor Cost for Estimation of Labor Cost Coefficient
Table 2.1.2	Plant Cost Index in Japan
Table 2.1.3	Mean Value of Energy Price for Estimation of Energy Conservation Benefit by Scenario
Table 2.2.1	Steel Production in I. R. Iran
Table 2.2.2	Iron and Steel Factories in I. R. Iran
Table 2.2.3	Iron and Steel Production in Each Factories
Table 2.2.4	Energy Consumption of the Iron & Steel Industry
Table 2.2.5	Energy Consumption of Ahwaz Steel Complex
Table 2.2.6	Energy Conservation Potential of Esfahan Steel Complex
Table 2.2.7	Energy Conservation Potential in Mobarakeh Steel Complex
Table 2.2.8	Energy Conservation Potential in Khouzestan Steel Complex
Table 2.2.9-1	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Esfahan Steel) A. E. C. Case
Table 2.2.9-2	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Esfahan Steel) E. C. Case
Table 2.2.10-1	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Mobarakeh / Khouzestan Steel) A. E. C. Case
Table 2.2.10-2	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Mobarakeh / Khouzestan Steel) E. C. Case
Table 2.3.1	Production of Oil Products in Refineries and Extraction from the Other Sources
Table 2.3.2	Petroleum Products Trade of I. R. Iran
Table 2.3.3	Production Plan of Oil Products in the Second Plan
Table 2.3.4	Outline of Oil Refinery in I. R. Iran
Table 2.3.5	Petroleum Refineries in I. R. Iran
Table 2.3.6	List of Complexity Factor
Table 2.3.7	Example of Calculation Method for Complexity Factor

Table 2.3.8	Progress of Energy Conservation in the Japanese Petroleum Refineries
Table 2.3.9	Rough Estimation of Total Energy Consumption for Petroleum Refining
Table 2.3.10	Energy Conservation Countermeasure in Japanese Petroleum Refineries
Table 2.3.11	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Petroleum Refinery A. E. C. Case
Table 2.3.12	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Petroleum Refinery E. C. Case
Table 2.4.1	Production, Import and Export of Cement in I. R. Iran (unit:1000t)
Table 2.4.2	Cement Factories in I. R. Iran
Table 2.4.3	Cement Projects in I. R. Iran
Table 2.4.4	Energy Intensity of Cement Factories in I. R. Iran
Table 2.4.5	Estimation of Total Energy Consumption for Cement Production
Table 2.4.6	Main Energy Conservation Technology of Cement Industry in Japan
Table 2.4.7	Economic Evaluation for Energy Conservation Potential of Cement Industry A. E. C. Case
Table 2.4.8	Economic Evaluation for Energy Conservation Potential of Cement Industry E. C. Case
Table 2.5.1	Sheet Glass Production in I. R. Iran
Table 2.5.2	Sheet Glass Factories in I. R. Iran
Table 2.5.3	Energy Consumption of the Representative Sheet Glass Factories
Table 2.5.4	Estimation of Total Energy Consumption for Sheet Glass Production
Table 2.5.5	Energy Conservation Potential of the Sheet Glass Factory in I. R. Iran
Table 2.5.6	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Sheet Glass Industry A. E. C. Case
Table 2.6.1	Production of Textile Products in I. R. Iran
Table 2.6.2-1	Trend of Spinning Machines in I. R. Iran
Table 2.6.2-2	Trend of Weaving Machines in I. R. Iran
Table 2.6.3	Textile Factories in I. R. Iran 1/4 Man-made Fiber Production, Weaving-1 2/4 Weaving-2 3/4 Spinning-1 4/4 Spinning-2, Dyeing, Printing, and Finishing
Table 2.6.4	Estimation of Total Energy Consumption for Synthetic Fiber Production in 1995
Table 2.6.5	Estimation of Total Energy Consumption for Ring Spinning in 1995
Table 2.6.6	Estimation of Total Energy Consumption for Rotor Open End Spinning in 1995
Table 2.6.7	Estimation of Total Energy Consumption for Ring & Rotor Open End Spinning in 1995
Table 2.6.8	Energy Intensity for Inserting Weft Yarn
Table 2.6.9	Estimation of Total Energy Consumption for Weaving by Shuttle Looms in 1995
Table 2.6.10	Estimation of Total Energy Consumption for Weaving

	by Shuttleless Looms in 1995
Table 2.6.11	Estimation of Total Energy Consumption for Weaving by Shuttle & Shuttleless Looms in 1995
Table 2.6.12	Estimation of Total Energy Consumption for Weaving by Unknown Machines in 1995
Table 2.6.13	Estimation of Total Energy Consumption for Dyeing, Printing, & Finishing in 1995
Table 2.6.14	Estimation of Total Energy Consumption for Textile Industry in 1995
Table 2.6.15	Estimated Energy Intensity for Synthetic Fiber Production
Table 2.6.16	Energy Consumption of Typical Spinning Factory
Table 2.6.17	Energy Intensity of Open End Spinning and Ring Spinning
Table 2.6.18	Inspection Items for Energy Conservation at the Spinning Factory
Table 2.6.19	Estimated Energy Conservation of Energy Saving Type Open End Spinning Machine
Table 2.6.20	Example of Energy Consumption at the Weaving Factory
Table 2.6.21	Current Situation of Weaving Machine in I. R. Iran
Table 2.6.22	General Countermeasure for Energy Conservation at the Weaving Factory
Table 2.6.23	Economic Evaluation for Energy Conservation Potential of Textile Industry A. E. C. Case
Table 2.6.24	Economic Evaluation for Energy Conservation Potential of Textile Industry E. C. Case
Table 2.7.1	Demand and Supply of Sugar in I. R. Iran
Table 2.7.2	Sugar Factories in I. R. Iran
Table 2.7.3	Energy Intensity of the Representative Sugar Factories
Table 2.7.4	Estimation of Total Energy Consumption for Sugar Production
Table 2.7.5	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Sugar Industry A. E. C. Case
Table 2.7.6	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Sugar Industry E. C. Case
Table 2.8.1	Raw Materials of Vegetable Oil in I. R. Iran
Table 2.8.2	Domestic Supply of Oilseed for Vegetable Oil industry
Table 2.8.3	Vegetable Oil Factories in I. R. Iran
Table 2.8.4	Energy Consumption of the Representative Vegetable Oil Factories
Table 2.8.5	Estimation of Total Energy consumption for Vegetable Oil Production
Table 2.8.6	Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Vegetable Oil Industry A. E. C. Case
Table 2.8.7	Economic Evaluation for Energy Conservation in the Vegetable Oil Industry E. C. Case
Table 3.7.1	Energy Conservation Measures and the Cost-Benefit Data for Simulation
Table 5.1	GDE and Economic Indicators
Table 5.2	Domestic Primary Energy Supply
Table 5.3	Final Energy Demand

Table 5.4	Energy Demand in the Industrial Sector
Table 5.5	Assumptions of Simulation for the Reference Case
Table 5.6	Simulation Result of Macro Economy ('Reference Case')
Table 5.7	Simulation Result of Primary Energy Requirement ('Reference Case')
Table 5.8	Simulation Result of Final Energy Demand ('Reference Case')
Table 5.9	Simulation Result of Energy Demand in the Industrial Sector ('Reference Case')
Table 5.10	Assumption of Simulation for the Energy Conservation Case
Table 5.11	Comparison of Energy Intensities between MEM Results and Micro Analysis
Table 5.12	Factors of Energy Conservation in the Industrial Sector
Table 6.1	System and Mechanism determining the Efficiency of Management in Firms (Factories) in Japan and the U.S.A.
Table 6.2	Comparison of Costs and Benefits of Energy Conservation Measures in the Industrial Sector
Table 6.3	Scenarios for Forecasting Energy Demand in the Industrial Sector
Table 6.4	Assumption of Energy Prices by Scenario
Table 6.5	Future Production of Crude Steel in I. R. Iran
Table 6.6	Future Consumption of Energy and Energy Intensity in the Iron & Steel Industry
Table 6.7	Future Production of Cement in I. R. Iran
Table 6.8	Future Consumption of Energy and Energy Intensity in the Cement Industry
Table 6.9	Future Production of Steel Glass in I. R. Iran
Table 6.10	Future Consumption of Energy and Energy Intensity in the Sheet Glass Industry
Table 6.11	Future Consumption of Energy in Seven Industries
Table 7.1	Targets and Policies for Energy Conservation in the Industrial Sector
Table 7.2	Items to be Studied for Promoting Energy Conservation
Table 7.3	Proposal Items for Energy Conservation Measures and Saved Energy

List of Figures

- Figure 1.1 Overview of the Study
- Figure 2.2.1 Production Process by Blast Furnace / Steel- Making Method
- Figure 2.2.2 Production Process by Direct Reduction / Steel- Making Method
- Figure 2.2.3 Production Process by Arc Furnace Steel- Making Method
- Figure 2.2.4 Accumulated Curve of Energy Conservation Potential and Investment Cost (Esfahan)
- Figure 2.3.1 Relation between Fuel Consumption and Complexity Factor
- Figure 2.3.2 Relation between Saved Energy and Countermeasure Cost (1982-1992)
- Figure 2.4.1 Location of Cement Factories in I. R. Iran
- Figure 2.5.1 Relation between Fuel Oil Consumption and Capacity of Melting Furnace in Sheet Glass Production
- Figure 2.6.1 Computer Network for Weaving Factory
- Figure 2.8.1 Production of Vegetable Oil in I. R. Iran (unit : t)
- Figure 3.4.1 Potential Optimum in Domestic Market Value
- Figure 3.4.2 Potential Optimum in Economic Value
- Figure 3.5.1 Potential Optimum for Industry A
- Figure 3.5.2 Potential Optimum for Industry B
- Figure 3.5.3 Benefit-Cost Function of Industry A
- Figure 3.5.4 Benefit-Cost Function of Industry B
- Figure 3.5.5 Marginal Net for Industry A
- Figure 3.5.6 Marginal Net for Industry B
- Figure 3.5.7 Effect of Discount
- Figure 3.5.8 Different Investment of Different Industry Marginal Net Benefit for Industry B
- Figure 3.5.9 Effect of International Oil Price
- Figure 3.5.10 Effect of Domestic Oil Price 1
- Figure 3.5.11 Effect of Domestic Oil Price 2
- Figure 3.6.1 Excel and the Optimization Module
- Figure 3.7.1 Sheet Glass Industry Cost-Benefit Function
- Figure 3.7.2 Cement Industry Cost-Benefit Function
- Figure 3.7.3 Optimum Allocation of Investment to Maximize 3 Years Net Benefit
- Figure 3.7.4 Optimum Allocation of Investment to Maximize 10 Years Net Benefit
- Figure 3.7.5 Optimum Allocation of Investment to Maximize 5 Years Net Benefit with International Fuel Oil Price 20% Rise (Glass and Cement Industry Investment Start at the Same Year)
- Figure 3.7.6 Optimum Allocation of Investment to Maximize 5 Years Net Benefit with International Fuel Oil Price 20% Rise (Investment into Cement Industry 5 Years Later)
- Figure 3.7.7 Optimum Investment Schedule to Balance Cost and Benefit
- Figure 3.7.8 A Policy Case of Shared Conservation Benefit with Industries and Government

Figure 4.3.1	Basic Database Structure
Figure 4.3.2	Data Flow
Figure 4.5.1	Semantic Objects
Figure 4.6.1	Entity-Relationship
Figure 5.1	Trends of GDE
Figure 5.2	Primary Energy Supply
Figure 5.3	Final Energy Demand by Source
Figure 5.4	Final Energy Demand by Sector
Figure 5.5	Domestic Energy Prices
Figure 5.6	Flow Chart of Macro-energy Model
Figure 5.7	Flow Chart on Impact on Economy of Balance of Payments
Figure 5.8	Flow Chart of Impact on Economy of Government Financial Balance
Figure 5.9	Flow Chart of Impact on Economy of Domestic Energy Prices
Figure 5.10	Comparison of Actual GDP and Potential GDP
Figure 5.11	Model Performance According to the "Final Test"
Figure 5.12	Simulation Results of GDP ('Reference Case' and 'Energy Conservation Case')
Figure 5.13	Simulation Results of Primary Energy Supply ('Reference Case' and 'Energy Conservation Case')
Figure 5.14	Simulation Results of Final Energy Demand ('Reference Case' and 'Energy Conservation Case')
Figure 5.15	Simulation Results of Energy Demand in the Industrial Sector ('Reference Case' and 'Energy Conservation Case')
Figure 6.1	Evolution of Coordination Systems in Firms (Factories) in Japan and the U.S.A
Figure 7.1	The Conceptual Flow Studying the Master Plan Energy Conservation in Industries

I. 調査の内容

1. 調査の内容

1. 調査の内容

1.1 調査の背景

(1) イランにおいては、社会的な開発と環境に調和し、信頼度の高い、効率的で経済的なエネルギー供給システムを構築することが、今後の経済成長を左右する大きな課題となっている。このため、その構築を推進し得る総合エネルギー政策を策定することは非常に重要である。

(2) 計画予算庁 (Plan and Budget Organization, PBO) は、1989年7月に作成された第1次経済、社会、文化開発5カ年計画(1989年3月から1994年3月)と並行して、長期にわたるエネルギー戦略確立のために合理的で科学的な基盤と情報を整理することを目標とする「総合エネルギー開発計画」の策定を決定し、立案を計画・開発研究所 (Institute for Research in Planning and Development, IRPD) に諮問した。

(3) 1991年2月、イラン政府から IRPD の活動に技術的および論理的な提言を行うための開発調査の要請を受け、国際協力事業団 (JICA) は、1992年2月から1994年3月にかけて IRPD をカウンターパートとして、「イラン・イスラム共和国エネルギー計画調査」を実施した。

この調査の目的は、イランと日本の共同作業を通じて、総合エネルギー開発計画策定のための科学的基盤を構築するとともに、イラン側カウンターパートの技術的能力を向上させることであった。

主な調査内容は次のとおりである。

- a. エネルギーデータベースの開発
- b. 経済発展分析
- c. エネルギー需要分析
- d. エネルギー供給システム分析
- e. エネルギー市場のレビュー
- f. 省エネルギーの可能性の検討
- g. エネルギーの供給および消費に伴う環境問題の検討

(4) この調査により、エネルギーの合理的利用を図るためには、次の項目が重要であると提唱された。

- a. エネルギー供給コストの最適化を図ること。
- b. 環境負荷を可能な限り低くすること。
- c. 開発を持続するため、外貨獲得に必要な資源を温存すること。
- d. エネルギー消費原単位の最適化を図ること。
- e. エネルギーの供給および需給を管理するための施策を確立すること。
- f. エネルギーに係る研究開発活動を推進すること。

特に、エネルギー消費原単位の最適化は、エネルギー価格が比較的安いイランにとって重要な事項の一つであり、その定量化を図ることが、各社会・経済部門におけるエネルギー利用の合理化を促進するために、極めて重要であることが明らかになった。

しかし、そのために必要なデータおよび情報は十分ではなく、現時点では信頼に足る、現実的措置を描くことが困難である。

(5) そこで、イランから日本政府に対し、エネルギーの合理的利用を促進するための、より詳細なエネルギー使用状況調査を行うとともに、これに基づくエネルギー政策の立案に係る調査の要請がなされた。

(6) JICA は、1994 年 10 月に本調査を実施するにあたり必要となる諸取決めを協議するため、事前調査団を派遣し、必要な調査・協議を行った後、本調査の要請国側カウンターパート機関である PBO と調査団との間で Scope of Work (S/W) を締結した。

1.2 調査の目的

- (1) 省エネルギーポテンシャルを明確にするために、工業部門のような主要なエネルギー消費部門におけるミクロレベルのエネルギー使用状況を解析する。
- (2) エネルギーデータ情報システムの拡充に対し協力する。
- (3) 省エネルギーポテンシャル評価の科学的基礎を提供し、イランのエネルギー管理改善のための適切な方法を明確にする。

1.3 カウンターパート

- (1) 計画予算庁 : PBO (Plan and Budget Organization)
- (2) 計画・開発研究所 : IRPD (Institute for Research in Planning and Development)
- (3) シャリフ工科大学 : SUT (Sharif University of Technology)

1.4 日本側実施体制

財団法人省エネルギーセンター (代表者) と財団法人日本エネルギー経済研究所の共同企業体により実施した。

1.5 調査の内容

1994年10月18日に署名した Scope of Work のIV. Scope of the Study に基づき、次の調査を実施した。

- (1) 既存のエネルギーデータベースの改善
 - a. 既存のエネルギーデータベースの確認
 - b. 省エネルギーのマイクロ分析に必要なデータの決定
 - c. 工場診断によって得られたデータを反映した上での、エネルギーデータベースの改善
- (2) 主要6業種におけるエネルギー使用状況調査
 - a. エネルギー消費部門におけるエネルギー使用状況と将来の見通しおよび省エネルギーに関する関係法令、規則、活動等の現状および将来計画に関する調査
 - b. 鉄鋼、セメント、ガラス、食品、繊維、化学産業におけるエネルギー使用状況調査
 - c. 上記業種におけるエネルギー管理状況調査
- (3) 省エネルギー技術対策の検討および省エネルギーポテンシャルの推定
 - a. 主要6業種における省エネルギー技術対策の検討
 - b. 省エネルギー技術対策実施による省エネルギーの技術的ポテンシャルの推定

- c. 省エネルギー技術対策の経済性の検討
- d. 経済，社会部門におけるエネルギー原単位最適化のための調査
- e. エネルギー価格形成，技術近代化および諸制度の改善等の対策による，エネルギー管理政策の枠組策定。

1.6 調査の方法および実施状況

調査の全体像を図式化し，Figure1.1 に示す。

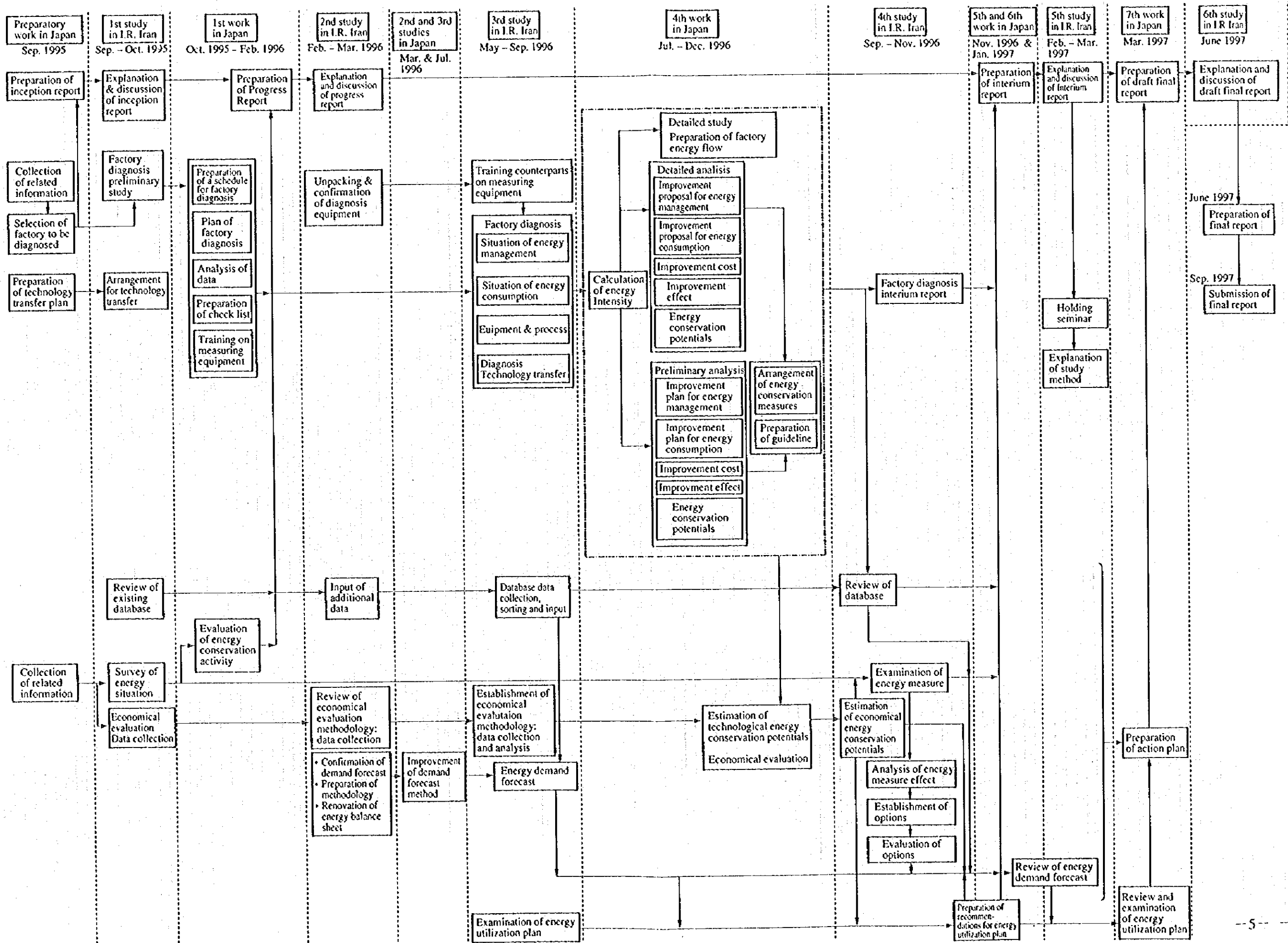
1.6.1 国内準備作業（1995 年 9 月）

- (1) 1992 年から 1994 年に実施した「イラン・イスラム共和国エネルギー計画調査」および本調査の事前調査の結果に基づき，日本国内で関連情報を収集し，第 1 次現地調査に備えた。
- (2) カウンターパートに現地調査の概要を事前に理解してもらうために，インセプションレポートを作成した。

1.6.2 第 1 次現地調査（1995 年 9 月～10 月）

- (1) カウンターパートに対し，インセプションレポートにより調査の方法を説明し，協議した。
- (2) カウンターパート，エネルギー関係機関からエネルギー政策状況に関するヒアリング調査を実施した。
- (3) 既存のデータベースの更新状況の確認，既存のデータ項目およびデータ構造の見直しを行った。
- (4) カウンターパートとの協議により，経済評価調査手法の検討を行った。また，工場診断を実施する工場に対するヒアリング調査により，産業界の動向を調査した。
- (5) 第 3 次現地調査で実施する工場診断の調査対象候補工場を 1 日から 2 日間訪問し，ヒアリングおよび現場視察による予備調査を行い，調査対象工場を決定した。また，工場診断の目的，方法等を工場側へ説明し，工場診断における協力を依頼した。

Figure 1.1 Overview of the Study



1.6.3 第1次国内作業 (1995年10月～1996年2月)

- (1) 第1次現地調査の結果に基づき、イランのエネルギー政策実施状況をまとめた。
- (2) 「イラン・イスラム共和国エネルギー計画調査」時のエネルギー需要予測モデルの見直し、マクロ経済モデルの拡充のための文献調査およびエネルギー予測モデルとマクロ経済モデルの統合のためのモデル体系の見直しを行った。
- (3) 第1次現地調査で実施した工場診断予備調査で入手したデータ、情報の解析を行い、工場診断実施計画を作成した。工場診断時に採取するデータ等をまとめたチェックリストを業種毎に作成し工場診断に備えた。
- (4) これらの内容をプログレスレポートにまとめイラン側へ送付した。

1.6.4 第2次現地調査 (1996年2月～3月)

- (1) カウンターパートに対し、プログレスレポートの説明、協議を行った。
- (2) 産業部門におけるエネルギー利用の最適化を評価するモデルの検討、カウンターパートからの示唆および要望に関する検討を行った。
- (3) マクロ経済・エネルギー予測モデルの概念設計の調整をし、マクロ経済・社会指標並びにエネルギーデータの収集状況の確認、カウンターパートに対しデータ修正を依頼した。また、エネルギー・バランス表の更新を行った。
- (4) 工場診断で使用する測定用機材の開梱、検収を行った。また、カウンターパートに対し、工場診断の内容、手法に関する技術移転を行った。

1.6.5 第2次、第3次国内作業 (1996年3月～7月)

- (1) マクロ経済モデルの改善およびエネルギー需要予測モデルの改善、調整を行った。

1.6.6 第3次現地調査 (1996年5月～9月)

- (1) エネルギー関係機関、業界団体および工場へのヒアリング調査により、省エネルギー政策状況調査および同政策に関する関係者の見解に関する調査を行った。

- (2) エネルギー需要予測のシミュレーションおよびインプリケーションの抽出を行った。
- (3) エネルギー関係機関、業界団体および工場へのヒアリング調査により、省エネルギー経済評価を行うための情報を収集した。
また、カウンターパートとの協議により、業種別省エネルギーポテンシャル推定手法の確立、省エネルギー対策コスト算出手法の確立および経済性評価の前提条件調整を行った。
- (4) カウンターパートに対し、業種毎の省エネルギーのポイントに関し講義をした。
6 業種（鉄鋼、化学、セメント、ガラス、食品、繊維）の代表工場について、測定用機材を使用し、1 工場 3 日間～5 日間の工場診断を行った。

1.6.7 第 4 次国内作業（1996 年 7 月～10 月）

- (1) 第 3 次現地調査で実施した工場診断の結果を解析し、工場毎のエネルギー利用の実態の把握、省エネルギーポテンシャルの抽出を行った。
- (2) これまでの現地調査の結果および工場診断結果に基づき、業種別省エネルギーポテンシャル推定、算出手法の見直し、業種別省エネルギーポテンシャルの試算、業種別省エネルギー対策コストおよび経済ポテンシャルの試算および業種別エネルギー消費の試算を行った。

1.6.8 第 4 次現地調査（1996 年 9 月～11 月）

- (1) カウンターパートとの協議により、以下を行った。
 - a. エネルギー需要に影響を与える諸施策の定性的分析、省エネルギー政策選択肢の設定の継続および省エネルギー政策選択肢の評価
 - b. エネルギー利用計画モデルの手法の決定およびシミュレーション結果の評価
 - c. 業種別省エネルギーポテンシャルの推定、業種別省エネルギー経済ポテンシャルの評価および業種別エネルギー消費の推定
- (2) 工場診断結果についてカウンターパートと協議を行った。

1.6.9 第 5 次、第 6 次国内作業（1996 年 11 月、1997 年 1 月）

- (1) 省エネルギーの諸施策の定性的分析を継続して行い、政策選択肢の設定を行った。
- (2) エネルギー利用計画のモデル化および仮想モデルのシミュレーションを行った。
- (3) 工場診断結果の最後のとりまとめ、ガイドラインの作成を行った。
- (4) これまでの調査の結果をインテリムレポートにまとめ、イラン側へ送付した。

1.6.10 第5次現地調査(1997年2月~3月)

- (1) カウンタパートに対し、インテリムレポートを説明し、協議した。
- (2) インテリムレポートの内容を広く関係者に理解をしてもらうため、PBO, IRPD, SUT および工場関係者を対象としたセミナーを開催した。
- (3) インテリムレポートの内容に関連する調査手法に関して、イラン側のカウンターパートに対して詳細な説明をした。

1.6.11 第7次国内作業(1997年3月)

- (1) エネルギー利用計画に関し見直し、提言を準備した。
- (2) エネルギー政策のアクションプランに関し、提言を準備した。
- (3) これまでの調査の結果をドラフトファイナルレポートにまとめ、イラン側へ送付した。

1.6.12 第6次現地調査(1997年6月)

- (1) カウンタパートに対し、ドラフトファイナルレポートを説明し、協議する。

1.6.13 ファイナルレポートの提出(1997年9月)

1.7 調査対象機関・工場

- (1) ヒアリング調査(省庁, 業界団体, 在イラン日本企業)
 - a. Institute for Research in Planning and Development
 - b. Plan and Budget Organization (Library)

- c. Ministry of Industry
- d. Ministry of Mines and Metals
- e. Central Bank of the Islamic Republic of Iran
- f. Iran Statistics Center
- g. Association of Iran Textile Industries
- h. Sugar Factories Syndicate
- i. State Sugar Organization
- j. Iran Cement Engineering Center
- k. Oilseed Research and Development
- l. Cement Research Center
- m. Consulting Office for Sugar Industries
- n. 日本貿易振興会 テヘラン事務所
- o. 丸紅イラン
- p. 日揮

(2) ヒアリング調査 (工場)

- (鉄鋼) a. Mobarakeh Steel
- b. Khouzestan Steel
- (化学) c. Razi Petrochemical
- (ガラス) d. Mina Glass
- e. Saveh Jam Glass
- (繊維) f. Aliaf
- g. Yazd Baf
- (食品) h. Esfahan Sugar
- i. Shiraz Vegetable Oil

(3) 工場調査

- (鉄鋼) a. Esfahan Steel
- (化学) b. Tehran Refinery
- (セメント) c. Sephahan Cement
- d. Tehran Cement
- e. Soufian Cement
- (ガラス) f. Ghazvin Glass
- (繊維) g. Polyacryl Iran
- h. Kashan Velvet & Rayon Mills, Ltd.
- (食品) i. Behshahr Industry
- j. Karun Cane
- k. Abkouh Sugar

(4) 日本国内ヒアリング調査, 視察

- a. 精糖工業会
- b. 石油連盟
- c. 日本化学繊維協会
- d. (社) 日本植物油協会
- e. (社) 日本セメント協会
- f. (社) 日本鉄鋼連盟
- g. 日本ビート糖業協会
- h. 日本紡績協会
- i. 川崎重工業 (株)
- j. (株) 神戸製鋼所
- k. 日新製糖 (株)
- l. 日清プラントエンジニアリング (株)
- m. 日本セメント (株)
- n. 日本甜菜製糖 (株) 芽室製糖所
- o. 東日本精糖 (株) 千葉工場
- p. ホクレン農業協同組合連合会 清水製糖工場
- q. 明治製糖 (株)

1.8 測定用機材

1996年3月に測定用機材が、イラン側に到着し、これらを使用して工場診断を行った。診断バスは工場診断終了時までに通関ができず、一般車両および航空便にて機材輸送を行った。

測定用機材リストを「III. 添付資料 3」に示す。

1.9 調査団名簿

No.	氏名	担 当
1	井口 光雄	総括
2	木村 徹	副総括, エネルギー政策 A
3	有働 紳也	エネルギー政策 B
4	福島 演雄	省エネルギーポテンシャル分析
5	山口 馨	エネルギー利用計画, データベース
6	木船 久雄	エネルギー需要予測 A
7	石田 博之	エネルギー需要予測 B
8	加藤 茂昭	経済評価
9	小山田明弘	計測器技術
10	小西 二郎	エネルギー管理技術 A (熱)
11	臼井 千雄	エネルギー管理技術 B (電気)
12	野崎 幸雄	エネルギー管理技術 C (熱)
13	中山 賢一	エネルギー管理技術 D (電気)
14	鎗木 勝彦	エネルギー管理技術 E (熱)
15	杉本 利夫	エネルギー管理技術 F (電気)
16	丸山征一郎	工場管理技術 A (鉄鋼)
17	谷口 隆重	工場管理技術 B (繊維)
18	池田 恒	工場管理技術 C (セメント)
19	加藤 正躬	工場管理技術 D (ガラス)
20	本多 四郎	工場管理技術 E (食品)
21	安西 輝男	工場管理技術 F (化学)
22	数馬 謙二	工場管理技術 G (化学)

1.10 カウンターパート名簿

Dr. Saboohi	Manager
Mr. Ali Mazhari	Energy conservation
Mr. Saeed Akhavan	Energy conservation
Mr. Fereidoun Mianji	Micro level energy management
Mr. Kasra Azizi	Macro level energy management
Mr. S. Mehdi Sajadifar	Factory management
Mr. Abolghasem Shayesteh	Instrumentation
Mr. Hossein Moosavi	Macro level energy management
Mr. Tohangchi	Micro level energy management
Mr. Seid-Reyhani	Micro level energy management
Ms. Zarvani	Macro level energy management

II. 6 産業の省エネルギー・マスタープラン

1. エネルギー需給および エネルギー政策の現状

1. エネルギー需給およびエネルギー政策の現状

1.1 イランの現状

イランにおける政策は第1次5か年計画(1989年3月～1994年3月)および1994年12月に国会で承認された第2次5か年計画(1995年3月～2000年3月)に基づいている。

本節では、第1次5か年計画期間中における経済および財政状態を概観し、エネルギー情勢についてまとめる。また、エネルギー長期見通し、エネルギー関係機関についても言及する。

1.1.1 経済の概況

第1次5か年計画期間中のGDP成長率は、目標の8.1%に対して実績は7.5%となり、目標達成率は92.6%であった(Table 1.1参照)。

Table 1.1 Target and Results of the First Five-year Plan

(in Billion Rials)
based on the price in the year 1982

Item/fiscal year	1988/1989	1993/1994	Yearly average growth (%)	1st Plan Target	Target attainment rate (%)	GDP ratio (%)
Agriculture	2,648	3,410	5.2	6.1	85.2	23.2
Oil	1,754	3,078	11.9	9.5	125.6	21.0
Mining and manufacturing industries	1,358	2,192	10.1	15.0	67.3	14.9
Water/Electricity/Gas	186	407	17.0	9.1	186.8	2.8
Construction	433	472	1.7	14.5	11.7	3.2
Services	3,981	5,120	5.2	6.7	77.6	34.9
Total added value price	10,360	14,679				
Excluding the trade	1,126	1,421				
GDP	9,234	13,258	7.5	8.1		100.0

Source: prepared by JETRO Tehran Office based on "The Second Five-year Plan (draft)" by PBO

これを分野別にみると、達成率が目標値を超えたものが石油と水・電気・ガスである。ただ、水・電気・ガスの対GDPシェアはきわめて低いので、事実石油の伸び率が高かったことが、全体の伸び率を引き上げたといえよう。

一方、伸び率が目標値に比べて低くなったものは、農業、鉱・工業、および建設およびサービスである。このうち、最も達成率の低かった建設は対 GNP シェアがきわめて低いので除外すると、鉱・工業とサービスが低調に推移したといえる。

なお、第 2 次 5 か年計画期間中の GDP 成長率目標は 5.1%と、第 1 次計画の同 8.1%に比べてかなり低めに置いている（産業別の GDP 成長率については Table 1.2 参照）。

Table 1.2 GDP Growth Rate and Added Value Price
by Sector during the Second Plan Period

(In Billion Rials; %, based on the price in the year 1982)

	1991	1992	1993	1994	1999	Average growth rate
Agriculture	3,120	3,352	3,536	3,687	4,545	4.3
Oil	2,517	2,554	2,645	2,687	2,903	1.6
Mining and manufacturing industries	2,009	2,075	2,099	2,222	2,954	5.9
Water/Electricity/Gas	285	309	399	366	537	8.0
Construction	508	549	562	584	711	4.0
Services	4,946	5,344	5,744	5,919	6,888	3.1
Transportation	851	957	1,030	1,079	1,359	4.7
Communications	57	62	67	72	100	6.8
Others	4,039	4,325	4,646	4,769	5,429	2.6
Trade and service income and expenditure	13,385	14,181	14,925	15,465	18,539	3.7
GDP	11,824	12,478	13,101	13,766	17,635	5.1

Source: The second Five-year Plan Law by PBO

1.1.2 財政・金融

イラン・イラク戦争中(1980年～1988年)は戦費重視の予算編成が行われ、石油収入の大幅減を背景に緊縮型予算が継続してきた。特に開発投資関係の予算が大幅に圧縮されてきたため、国内の経済社会開発が遅延することとなった。

第 1 次 5 か年計画における予算は、既存の国内産業活性化、インフラ整備、基幹産業の育成等経済復興を前面に押し出した。

1993/94 年度については、当初予算では為替統一を前提とし、大幅に(対前年度比 120% 強の増)財政規模が拡大し、かつ第 1 次 5 か年計画に言う計画最終年度での名目上の均衡予算の編成を達成した。しかし、その後も原油価格の低迷により外貨収入が減少(当初予算に比べ 40 億ドル程度減少)し、緊縮財政を続けている。

金融当局にとって当面の最大の政策課題は、インフレ抑制のため過剰な通貨供給量を削

減する一方、既存の国内産業の生産増大、各種プロジェクトのための投融資を促進することである。そうした観点から株式市場の整備、非戦略的産業の民営化等が順次実施されている。また、それと並行して、複数の為替レートを 1993 年春から最終的に統一した。

1.1.3 エネルギー情勢

(1) 石油

イランの公表原油埋蔵量は 929 億バレルで世界の 9.4%を占め、わが国にとって第 3 位 (1994 年)の原油供給国である。イスラム革命前には 600 万バレル/日を超える生産をしていた時期もあったが、革命後は油田メンテナンスの不備、資源温存政策およびイラン・イラク戦争等の影響で生産能力は大幅に低下した。しかし、イラン・イラク戦争終了後、生産能力は着実に回復している。

a. 生産能力

1988 年の日産 280 万バレルから 1993 年には 400 万バレルに増加した。この間、油田を保護するためのガス注入量は 1988 年の 25 百万 m^3 /日から 1993 年には 54 百万 m^3 に増加している。

※ 出所：第 1 次 5 年計画実施状況についての大統領の説明 (1994 年 12 月 13 日イスラム諮問議会)

b. プロジェクト

石油生産能力の増強と油田保護のため、4 か所の新油田石油生産プロジェクト、5 か所の脱塩プロジェクト、Gachsaran、Maroon および Karanj 油田のガス注入プロジェクト、Naftshahr 油田の復旧、Hendi jian、Behregansar、Salman、および Resalat 油田の改修などのペルシヤ湾油田プロジェクトが期間中に終了することになっている。

期間中掘削リグは 20 基に増加、計画スタート時の沖合い 101km の地点から期末には 404km 地点に達している。一方、イラン本土においても 18,000km ※の土地が地震、重力、磁気調査の対象となった。

c. 油田調査

石油については 6 か所の油田の発見で 30 億バレル、ガスは 4 か所の油田で 3 兆 m^3 および 30 億バレルの液化ガスがあると見られる。

d. 石油輸出

1988年の輸出量 192 万バレル/日から 1993年には 255 万バレル/日へと増加。期間中の平均年増加率は 5.8%。

e. 石油化学

日産 15 万バレルの Arak 精油所の稼働、25 万バレル能力の Abandan 精油所の再建、Manshahr 精油所の再建および Tange Fanni--Arak 間、Bandar Abbas--Rafsanjan 間、Arak--Malayer 間の完成により、石油製品の供給量は年平均 6.2%の伸びを達成し、1988年の 13.4 万 m³から 1993年には 18.1 万 m³に増加した。この結果、この期間中の石油製品の消費量もかなり伸び、年平均増加率はガソリンは 8.5%、灯油が 8.8%、軽油が 4.3%であった。

(2) 天然ガス

イランの天然ガス埋蔵量は約 20 兆 m³ (旧ソ連に次ぎ世界第2位)と発表されている。イランにおける主要ガス田は、随伴性ガス田(フーゼスタン州油田地域のガス田)の他、構造型ガス田(カンガンおよびパルス・ガス田等)もある。

a. 消費量

天然ガスの消費量は、1988年の 120 億 m³から 1993年には 295 億 m³に伸びた。これは、日量にして 1988年の 4,800 万 m³から 1 億 1 千万 m³に該当し、計画値にほぼ等しい量である。

第 1 次計画において、炭化水素製品のうち天然ガスの消費の増加はきわめて重要な目標であった。ガス精製能力の拡充および供給網の拡大プロジェクトの推進にともない、炭化水素製品のうち天然ガスが占めるシェアは、1988年の 22%から 1993年には 33%に達した。

b. 生産能力

生産能力 4,500 万 m³の Kangan 精製所第一期工事の進捗により、1993年には天然ガスの生産は 1 億 1 千万 m³に伸びた。

c. パイプライン

輸送パイプラインの敷設距離は、1988年には 5,000km であったが、第 1 次計画期間中 3,250km の敷設が行われ、1993年には 8,250km に達した。

d. ガスの供給

ガス供給網の拡大は効果的に実施され、第 1 次計画期間中に新しく 186 の都市にガスが供給されることになった。この結果、ガス供給総延長距離は 1988年の 15,800km から 1993年には 33,800km へと倍増し、計画値を十分に上回った。これを需要ベースでみると、都市ガスの普及所帯は 1988年の 88 万所帯から

1993年には360万所帯に増大した。この結果、都市部では人口全体の53%が天然ガスの供給を受けることになった。

(3) 電力(エネルギー省管轄分)

イラン政府はイラン・イラク戦争終結以降、損傷を受けた発電所の修復並びに紛争激化により中断していた発電所建設工事の再開など電力不足解消に努めてきた。

a. 発電容量

期間中5,200MWの発電容量が増加した。この内訳は、10か所のタービン発電所で、2,297MW、19か所のガス発電所で1,973MW、ギラン州ガス発電所が900MW、水力発電所が30MW。

この結果、発電力は1988年の490億kWhから年平均10%増加した。

230kV送電線は第1次期間中に1万kmから15,200km回線に、400kV送電線は同5,600kmから6,220kmに増加した。

1.1.4 エネルギー長期需給見通し

第1次5か年計画以降引き続き、天然ガスの利用拡大は、国内で消費される石油製品の代替エネルギー用として、きわめて重要な課題となっている。

1995年10月、日本で開催された第16回世界エネルギー会議でイラン側より提出された最終エネルギー需給見通しによると、1993年における石油と天然ガスの消費割合は石油の66.6%に対して天然ガス24.3%、2000年では57.8%に対して31.3%、2010年では47.4%に対して38.6%と、これから15年間に天然ガス利用が石油消費に迫る見通しを立てている(Table 1.3, 1.4, 1.5参照)。

Table 1.3 General Energy Data

	1970	1973	1979	1980	1985	1990	1992	1993	2000	2010
Population 10 ⁶	28,7	31,1	38,0	39,6	47,8	54,5	59,2	60,7	73,0	94,0
GDP 10 ⁹ USD (1987) 1)	na	na	136	117	154	149	169	na	na	na
GDP 10 ⁹ NC (1982)	6,522	8,452	10,543	9,323	11,607	10,665	12,478	13,101	na	na
Per Capita USD (1987)	na	na	3571	2941	3227	2729	2857	na	na	na
Per Capita NC (1982)	227,034	271,878	277,516	235,159	242,797	195,665	210,670	215,796	na	na
Primary Energy Supply PJ	625	882	1,584	1,474	2,371	3,062	3,702	4,033	6,655	11,944
Per Capita GJ	22	28	42	37	50	56	63	66	91	127
Per GDP MJUSD (1987)	na	na	12	13	15	21	22	na	na	na
Per GDP MJNC (1982)	0.10	0.10	0.15	0.16	0.20	0.29	0.30	0.31	na	na
Final Energy Demand PJ	489	715	1,328	1,267	1,987	2,429	2,961	3,253	5,208	9,664
Per Capita GJ	17	23	35	32	42	45	50	54	71	103
Per GDP MJUSD (1987)	na	na	10	11	13	16	17	na	na	na
Per GDP MJNC (1982)	0.08	0.09	0.13	0.14	0.17	0.23	0.24	0.25	na	na
Electricity Supply TWh	7	12	22	22	39	59	68	76	159	409
Per Capita kWh	235	389	577	564	820	1,084	1,155	1,255	2,171	4,347
Per GDP WhUSD (1987)	na	na	161	192	254	397	404	na	na	na
Per GDP WhNC (1982)	1.0	1.4	2.1	2.4	3.4	5.5	5.5	5.8	na	na

1) from the World Bank

Source: Iranian National Committee/WEC; Ministry of Energy

Table 1.4 Primary Energy Supply (PJ)

	1970	1973	1979	1980	1985	1990	1992	1993	2000	2010	
Indigenous Production											
Coal	9	25	23	25	30	23	20	23	38	61	
Oil	8551	13127	7706	3312	5595	7295	8249	8731	8935	11168	
Natural Gas	138	493	335	179	352	937	1143	1327	3195	8286	
Nuclear	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydro	6	10	20	20	20	22	34	35	65	198	
Other	25	21	21	21	21	20	21	21	24	30	
Total Production	8728	13676	8105	3557	6018	8296	9467	10138	12257	19743	
Imports(+)											
Coal	0	1	23	23	9	6	17	22	17	6	
Oil	0	0	22	20	391	272	376	331	470	715	
Natural Gas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Electricity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Imports	0	1	45	43	400	278	393	352	487	721	
Exports (-)											
Coal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oil	8147	12447	6388	2007	3991	5545	6244	6507	5859	6751	
Natural Gas	37	335	135	0	0	80	16	0	330	1928	
Electricity	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Exports	8185	12781	6523	2007	3991	5625	6260	6507	6189	8679	
Bunkers	-4	-6	-6	0	-1	-12	-10	-16	-25	-40	
Change in Stocks	86	-8	-37	-119	-55	124	113	65	125	199	
Total Primary Energy											
Supply	PJ	625	882	1584	1474	2371	3062	3702	4033	6655	11944
	Mtoe	15	21	38	35	57	73	88	96	159	285

Table 1.5 Final Energy Demand by Source and Sector (PJ)

	1970	1973	1979	1980	1985	1990	1992	1993	2000	2010
Coal										
Industry	9	26	46	48	39	29	37	45	55	67
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Coal	9	26	46	48	39	29	37	45	55	67
Oil										
Industry	92	125	234	252	386	407	442	372	456	692
Transport	108	166	358	330	507	589	677	747	993	1797
Other	154	215	451	409	645	660	773	916	1408	1864
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	17	28	58	59	82	86	132	133	155	230
Total Oil	371	535	1100	1049	1619	1741	2025	2167	3012	4583
Natural Gas										
Industry	3	23	9	20	58	214	269	386	1026	2421
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other	0	1	20	33	127	128	288	339	605	1311
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	59	71	65	26	1	116	112	63	0	0
Total Natural Gas	62	94	94	79	185	458	669	789	1631	3732
Other										
Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other	25	21	21	21	21	20	21	21	24	30
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Other	25	21	21	21	21	20	21	21	24	30
Electricity										
Industry	14	25	31	31	41	53	66	75	139	376
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other	9	14	36	39	81	128	144	156	347	876
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Electricity	22	39	67	69	122	181	209	231	486	1252
Heat										
Industry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- of which: Residential	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Commercial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Heat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Final Energy Demand										
Industry	118	198	319	351	524	703	814	878	1676	3556
Transport	108	166	358	330	507	589	677	747	993	1797
Other	187	252	529	501	874	936	1226	1433	2384	4081
Non-Energy Use	77	99	122	85	83	202	244	196	155	230
Total Final Energy Demand PJ	489	715	1328	1267	1987	2429	2961	3253	5208	9664
Mtoe	12	17	32	30	47	58	71	78	124	231

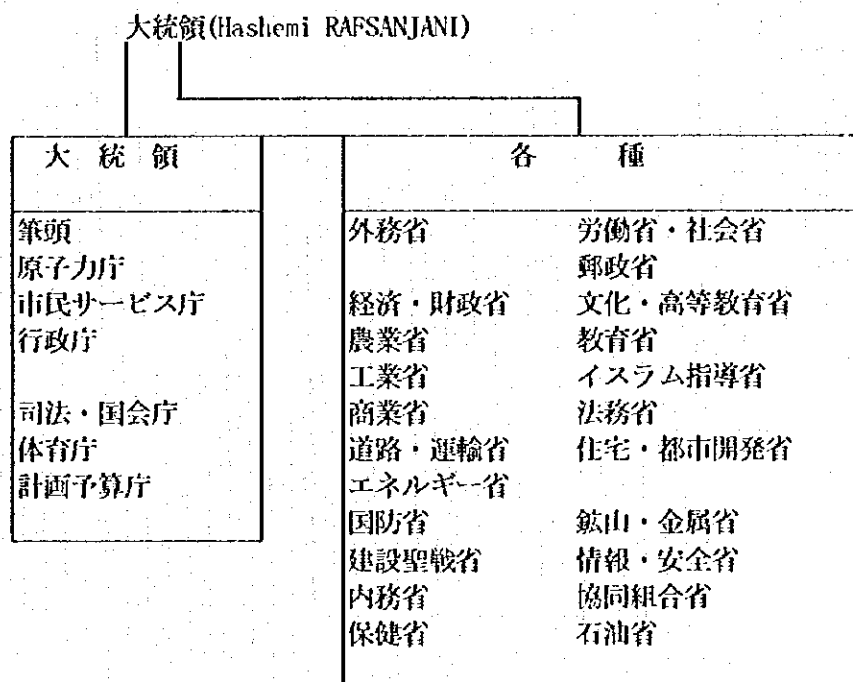
Source: Iranian National Committee / WEC; Ministry of Energy

電力消費のシェアは、1993年の7.1%から2010年には13.0%と約2倍に伸びるものとし、全体のエネルギー消費は1993年に比較し、2010年には約3倍に増えると予測している（3,253 PJから9,664 PJ）。

1.1.5 エネルギー関係機関

(1) イランの政府機構

イランの政体はイスラム共和制であり、政府機構は次のとおりである（1997年6月現在）。



(2) エネルギー関係機関

エネルギー分野に関するイランの政府関係機関は、次のとおりである。

a. 計画予算庁 (Plan and Budget Organization (PBO))

大統領府内の組織。エネルギー分野に関する所掌は、総合的なエネルギー需給計画の策定およびその実施に当たっての調整。

b. エネルギー省 (Ministry of Energy)

電力部門の開発に関する計画および実施を担当。

c. 石油省 (Ministry of Oil)

石油、天然ガスの生産・供給等に関する計画および実施。

d. 鉱山・金属省 (Ministry of Mines and Metals)

鉱山の開発を行っており、石炭開発を担当。

e. 工業省 (Ministry of Industry)

各工場の運用、エネルギー管理、効率化等を担当。

f. その他

環境保全の観点からの環境保護庁等いくつかの機関が関係している。

1.2 第2次5か年計画

第1次5か年計画では、省エネルギー推進のため次の政策がうたわれていた。

- (1) エネルギーの最適利用を実現するための政策の策定と採用
- (2) 各種機器におけるエネルギー消費の節約
- (3) エネルギー価格政策の変更
 - a. 経済資源に関する均衡価格の設定
 - b. 電気、ガス、石油製品の価格は限界コスト水準と等しくする
 - c. 低所得者、農業部門に対しては、特別価格を設定する
 - d. 過剰消費に対し、価格引き上げを行う

1995/1996年度から開始する第2次5か年計画(イラン・イスラム共和国第2次経済・社会・文化開発計画)は、1994年12月11日国会で承認後最高評議会で批准され、12月29日付け官報に公示された。

第2次5か年計画は「法」と呼ばれ (law of second plan)、エネルギーに関する基本法が第2次5か年計画によって定められた段階である。これらに記された省エネルギー条項 (Article 16、19)は最も重要である。

第2次5か年計画では、どのようにエネルギー関連事項をとらえているか、以下にとりまとめる。

1.2.1 エネルギー関連の主要施策

第2次計画では、条項 (Article) として各省庁などの基本施策を示している。以下、経済・産業関連の主要な施策をまとめる。

- (1) 消費節減のため、ガソリンなど石油製品価格を新年度 (3月21日)から従来の倍額に引き上げる。第2次計画期間中は石油消費の伸び率を3%以下とする。
- (2) 新年度から電気料金を20%、工業用水道料金を25%引き上げる。
- (3) エネルギー節減と公害防止の観点から適切な施策を行う。
- (4) 自給率の向上のため国内製品を保護し、さらに輸出基盤を強化するために、
 1. 省庁、政府機関および国営企業などに与えられていた関税の優遇措置、非課税措置は一切廃止する。
 2. 関税は国会が、商業利得税は政府が決定する。
 3. ただし、これらの保護は、国内企業が利益の一部を設備の新設・近代化または

技術改善および移転などに再投資することを条件とする。

- (5) 石油省、道路・運輸省、鉱山・金属省および工業省などに係わるプロジェクトを外国企業と契約する場合には、カウンターパートに対し技術移転、従業員のトレーニングを求めるとともに、デザイン、エンジニアリング、製造機器の設置・据付業務などにも最大限国内のサービス能力を利用することとする。
- (6) 地方のインフラ改善を目指し、投資を重点的に行う投資額は、道路、電力、環境保全については年平均20%、上水道の普及は同15%の伸びとする。
- (7) 生活面・産業面からの公害防止に諸施策を講じる。
- (8) 工場廃水による公害除去のため必要な施策を講じる。
- (9) 調査研究機関を拡充する。

1.2.2 省エネルギー対策

第2次5か年計画に示された省エネルギー対策関連条項 (Article 16、19)を抜粋し、以下にとりまとめる。これらはすでに述べたとおり、基本法に相当するが、Standard、Regulation、Criteriaといった実施法は、これから順次制定される予定。これら実施法の立案にあたっては、今回の調査および、日本その他の国の経験が参考にされ、調査の結論の内容によっては、政府は計画を修正する用意があるとしている。

(1) エネルギー価格の値上げ

Article 16(b.、c.)に示された内容は以下のとおり。

石油製品の消費量の節減、社会公正(justice)の確保のため、石油製品の価格を第2次計画期間中は上げることとする。貧者に対しては、マイナスの効果を迅速に補正する。(b.)

水、電気、ガス使用料金値上げの方法として、平均価格を上げるが、低消費加入者に関する料金は現状のままとする。(c.)

なお、エネルギー価格決定の流れは、PBOが発議し、大統領もしくは政府が調整決定し、議会で承認される。

a. 石油

- 1) 主要石油製品4項目、すなわちガソリン、ケロシン、ガス油(軽油)、灯油は1リットルの売値をそれぞれ100リアル、20リアル、20リアル、10リアルに定める。

省エネルギー政策実施のため、政府はイスラム暦 1375 年度(1996 年 3 月 21 日-1997 年 3 月 21 日)から、計画年度末までに徴収される金額の合計が最高 11 兆リアルになるよう比例式に石油製品の価格を上げる権限、またその年度の予算法案でその補正方法を予測する権限を有する。(Article 19 a.)

- 2) 第 2 次計画で、政府は各年度における石油製品消費伸び率が 3%を超えないように策定を調整するものとする。(Article 19 a.)

第 2 次 5 か年計画で決定された石油製品の値上げは、上記 1) で述べたとおり対前年(1994 年)比の 100%に相当する。さらに、1996 年 3 月から省エネルギーを促進させるため 1996 年価格の 20%値上げを決めている。20%というレートは、今後必要な資金という意味で、また 20%が上げ得る限界ということから、石油省が決定した。今後の値上げについては、上記 1) で述べたとおり値上げによって得られる収入の上限を決めているため、かりに需要が増えれば値上げ率は抑えられることになる。

b. 天然ガス

第 2 次計画期間中イスラム暦 1373 年度(1994 年度)を基本にした 1m^3 の天然ガスに対する平均売値を、前年度に対し 20%まで、各年度毎に上げる。

(Article 19 b.)

天然ガス価格は、ここ 5 年間天然ガスの需要が急増しているものの、石油、電力に比べて大幅に低い (Table 1.6)。

Table 1.6 Energy Average Price of Public Utility

	Elec. [Rs/kWh]	N. Gas [Rs/m ³]	Gas oil [Rs/L]	Kerosene [Rs/L]	Lpg [Rs/kg]	Fuel Oil [Rs/L]	Jet fuel [Rs/L]	Gasoline [Rs/L]
1974	2.34	1.12	2.40	2.50	8.37	1.20	0.78	8.92
1975	2.34	1.14	2.40	2.50	9.53	1.20	0.78	8.92
1976	2.34	1.17	2.40	2.50	10.85	1.20	0.78	8.92
1977	2.34	1.29	2.40	2.50	12.35	1.20	0.78	9.26
1978	2.34	1.30	2.40	2.50	14.06	1.20	0.78	9.63
1979	2.34	1.38	2.40	2.50	16.00	1.20	2.15	10.00
1980	2.82	1.49	2.40	2.50	18.21	1.20	16.29	30.00
1981	3.16	3.41	2.60	2.50	20.73	1.20	19.69	30.00
1982	3.86	3.68	3.01	2.50	23.60	1.20	22.94	30.00
1983	3.54	3.80	3.01	2.50	23.60	1.20	27.51	30.00
1984	3.53	3.56	3.01	2.50	23.60	1.20	28.71	30.00
1985	3.59	3.54	3.01	2.50	23.60	1.20	28.41	30.00
1986	3.85	3.48	3.01	2.50	23.60	1.20	25.04	30.00
1987	5.17	3.56	4.63	4.00	23.60	2.00	24.38	37.80
1988	5.51	3.56	4.72	4.00	23.60	2.00	24.38	40.80
1989	5.27	3.20	4.72	4.00	23.60	2.00	24.38	42.72
1990	5.25	3.67	10.00	15.00	23.60	5.00	12.40	50.00
1991	8.49	5.43	10.00	15.00	23.60	5.00	11.00	50.00
1992	16.5	5.71	10.00	15.00	48.00	5.00	33.00	50.00
1993	16.5	7.69	10.00	15.00	48.00	5.00	12.20	50.00

Source: Plan and Budget Organization (PBO)

天然ガス需要のピークは冬期(暖房のため)である。そこで、夏期の需要を高めるためエアコンシステムの普及を図ることにしている。

c. 電力

- 1) 時間当たり 1kW の電気の平均売値をイスラム暦 1374 年度(1995 年 3 月 21 日)からイスラム暦 1378 年度(1999 年 3 月 21 日)までに前年度に対し平均 20%まで上げる。(Article 19 c.1.)
- 2) 農業(農場経営、園芸、畜産業、漁業、天然資源)で消費される時間当たり 1kW の電気の売値に対する据え置き価格はイスラム暦 1372 年度の価格に等しいものとする。(Article 19 c.1.)

家庭用の電力消費は 40 ~ 50kwh/月、価格は 6リアル/kWh である。

電力使用のピーク時は夏期午後 7 時から 9 時である。

電力料金を「seasonal tariff」にすることにつき、エネルギー省(MOE)は政府より立案の要請を受けている。

(2) 設備機器の標準化と輸入機器の規制

- a. エネルギー消費設備、機器に関する技術仕様、基準の制定。これにより当該装置のメーカーおよび輸入業者すべてに対しそのような仕様および基準を遵守させる。エネルギー省、石油省、規格・産業研究庁、関係省庁の各代表者からなる委員会が責任を持ってそのような技術仕様を作成し、その実施規定を政府に提出するものとする。(Article 19 f. 1.)
- b. 政府が発表した技術仕様、基準が万一守られない場合は、当該装置のメーカー、輸入業者に対して、支払うべき税または料金を設定しておく。
(Article 19 f. 12)

(3) 電力の平準化

- a. 商務省が商店の開店時間を調整し、ピーク時における削減と社会規律を図る。
(Article 19 f. 3.)
- b. 工場、産業の季節ごとのプログラムを関係省庁が調整し、最高消費月における電気とエネルギーの削減を図る。(Article 19 f. 4.)

(4) 財政支援

- a. エネルギー消費構造の改善に関する作業を実施するため、各種産業、団体に優遇利率で金融措置を講じるための必要な基準を発表し、実施する。
(Article 19 f. 5.)
- b. 計画実施期間中、各種エネルギー源の販売から生じる所得の0.2%を関係省庁によるエネルギー消費節減、管理に必要な研究に向ける。
(Article 19 f. 6.)

(5) ビル、住宅の標準化

建物におけるエネルギー消費基準の遵守に関わる規定、基準を作成し、エネルギー浪費を排し、これに関わる奨励策を、住宅・都市開発省、内務省、石油省、エネルギー省の代表者からなる委員会が規定し、これを実施する。(Article 19 f. 7.)

(6) 教育および研究

- a. 学校、大学の教科書の内容の一部を、水の重要性、エネルギーの種類、その消費管理の必要性に向け、またこれに関し、ラジオ、テレビジョン、出版物を通じて、一般社会に対する教育をし、節約の精神を養い、資源の無駄遣い、浪費の排除を図る。(Article 19 f. 8.)

- b. エネルギーの潜在消費量が 5MW 以上あるいはその年間エネルギー消費量が 5,000m³以上の各種工場におけるエネルギー管理部の設定に関する基準の作成。石油省、エネルギー省はそのようなエネルギー専門家を育成する。
(Article 19 f.9.)

(7) その他

- a. エネルギー省、通信省および石油省はイスラム暦 1374 年度(1995 年度)初めより、加入者がその消費量に対する支払額を容易に計算できるように、加入者の電気、水、電話、ガス料金表を作成する。(Article 19 g.)
- b. 政府は第 2 次計画年度末までに温暖地の村には電力を、また寒冷地の町村にはガスをそれぞれ送電線から 5km 以内の地域に供給する。(Article 19 i.)

1.3 省エネルギー設備投資に関わる税制および金融制度

イランの工場における、省エネルギー投資に対する金額支援を考える際にポイントとなる諸制度について述べる。法人所得税、減価償却、関税、金融の順にまとめる。

1.3.1 法人所得税

イランにおいて直接税法は、1989年3月21日に施行され、1992年5月に改定されている。

この直接税の減免措置は、主に鉱工業へ投資促進を目的としており、所得控除や免税がうたわれている。すなわち、イラン国内の法人については課税の対象となる収入の10%を控除ののち、残り90%についてArticle 131に基づいて課税される(Table 1.7)。外国法人等は、10%の控除はなく、課税の対象となる収入に対してArticle 131に基づいて課税される。

省エネルギー関係の助成措置は行われていない。税のインセンティブは税そのものが非常に低いため、効果がない。それよりも政府が認めた工場へは、補助金を与えるようにしている。

投資を優遇する税制としては、主要外国のうちでは、アメリカ、ドイツにおいて投資税額控除の制度があるが、各国とも制度を縮小する傾向にある。日本においては、エネルギーの需給対策等のために、一定の設備投資に対し時限的に7%の税額控除を認める制度(特別償却との選択適用)が設定されている。なお、イギリス、フランスにおいては投資税額控除という制度はない(Table 1.8)。

Table 1.7 Taxation Table for Income Tax (Based on Article 131, Taxation Law)

Amount of (Annual) taxable incomes	Taxation rates	Accumulation
Up to Rls.1,000,000.	12%	Rls.120,000.
Up to Rls.2,500,000.	18% on sums in excess of Rls.1,000,000.	Rls.390,000.
Up to Rls.4,000,000.	25% on sums in excess of Rls.2,500,000.	Rls.765,000.
Up to Rls.9,000,000.	35% on sums in excess of Rls.4,000,000.	Rls.2,515,000.
Up to Rls.25,000,000.	40% on sums in excess of Rls.9,000,000.	Rls.8,915,000.
Up to Rls.50,000,000.	45% on sums in excess of Rls.25,000,000.	Rls.20,165,000.
Up to Rls.100,000,000.	50% on sums in excess of Rls.50,000,000.	Rls.45,165,000.
Up to Rls.300,000,000.	52% on sums in excess of Rls.100,000,000.	Rls.149,165,000.
Over Rls.300,000,000.	54% on sums in excess of Rls.300,000,000.	

The above-said rates are effective for the income tax of legal entities whose fiscal year from the beginning of 1370 (1991) fiscal year onwards to its end.

As with other cases, the rates will be effective since the beginning of 1371 (1992).

Table 1.8 Outline of the Investment Tax Deduction System in Countries

Country	Japan	U.S.	Germany
Outline of the System	A certain amount of tax deduction for a certain investment is permitted during a limited period for the purpose of energy demand and supply measures, enhancement of the basic structure of small- and medium-enterprises, etc.	10% to 20% tax deductions are permitted for a certain amount of capital expenditure relating to the repairs of buildings for business use. 10% tax deduction is permitted for a specific energy conservation investment.	The government may, through the ordinance, permit tax deduction up to 7.5% of the invested amount for the asset ordered or transferred within a certain period. This system, however, has never been put into effect so far.

1.3.2 減価償却制度

資産の減価償却は以下の規則に基づいて計算される。

- (1) 固定資産のうち、価格の変動に係わりなく、摩耗、経時変化あるいは、他の原因により、価値の低下を被るものは減価償却の対象になる。
- (2) 機械・器具の帳簿価額は、購入価額とする。修理等に要した費用はそのコストも含む。そうした機械・器具あるいは資産を売却した場合、Article 131 に基づいた所得税を徴収される。
- (3) 減価償却は、資産が使用可能な状態で、当該会社の裁量下に置かれている日時より計算される。

なお、省エネルギー設備取得による特別償却制度はない。参考のために主要国の減価償却および特別償却制度を示す (Table 1.9)

Table 1.9 International Comparison of Depreciation and Special Cost Depreciation Systems (Major items)

Item	Japan	U.S	U.K	Germany	France
Depreciation method	Straight-line and fixed rate methods	Legal depreciation rate and straight-line method based on the accelerated depreciation system	Straight-line and fixed rate methods	Straight-line and fixed rate methods	Straight-line and fixed rate methods
Durable years	Based on a ministerial ordinance	Years specified under the accelerated depreciation system	Based on laws and ordinances	Ordinary durable years	Ordinary durable years
Special cost depreciation	Pollution-preventive	Pollution-preventive facilities	Assets for scientific researches, etc.	Energy conservation facilities	Pollution-preventive facilities

1.3.3 関税

(1) 関税制度

革命前の関税体系は 1973 年に導入されたブラッセル関税分類法式に統一されていたが、現在は CCCN 分類法式を採用している。輸入税は関税と商業利得税から構成されている。関税は国会が、商業利得税は政府が決定する。イランの関税政策は国内産業を保護することに重点が置かれており、商業利得税 (CBT, Commercial Benefit Tax) の税率変更によって運用してきている。

税率は工業用原材料、資本財が低く設定されている。ほとんどの品目が従価税により課税されているが、従量税方式も裁定関税額というかたちで残っている。従価税の場合は CIF 価格に対して課税され、従量税方式ではキロ当たり 10 リアルの裁定関税額が課せられる。

(2) 輸入設備・機器の関税率

設備・機器の輸入税は、5 ~ 35% 幅である。政府は輸入設備の優遇措置は取っていない。機器に関する基準を守らないと罰則が課せられる。

省エネルギーに関連する設備・機器の輸入関税率を Table 1.10 に示す。

Table 1.10 Import Duties on Facilities and Equipment Relating to Energy Conservation

Name of Product	Tax Rate (%)
Auxiliary equipment for a boiler	
Economizer, Superheater, Steam accumulator, Smoke remover, Condenser for steam power plant and similar equipment and cooler for steam	
a. Auxiliary equipment for boiler and cooler for steam	
1) Economizer	5
2) Superheater	5
3) Smoke remover	5
4) Other auxiliary equipment for boilers	5
5) Cooler for steam	5
b. Parts	2
Gas generator and water gas & gas generator (irrespective of the use of a purifier)	
• Acetylene gas generator	
(Water process) and other similar water process generator (irrespective of the use of a purifier)	10
a) Oxygene generator	10
b) Acetylene generator	
c) Others	
Vapour equipment or other steam equipment (including separated equipment)	13
a. Equipment	--
1) Steam turbine	--
2) Others	
b. Parts	

(Source: Import Duties Table in I. R. Iran)

Name of Product	Tax Rate (%)
Burners for furnace (only for liquid fuel, pulverized coal or gas fuel) and mechanical stokers (including mechanical grate, mechanical ash discharger and other similar machines)	12
a) Burners	
1) Burners for gas fuel	25
2) Burners for gas oil	25
3) Burner for fuel oil [MAZUI]	25
4) Others	25
b) Parts for burner	5
c) Others	25
<hr/>	
Furnaces (only for industrial or physical and chemical use; including incinerators but excluding electric furnaces)	25
<hr/>	
Generator, motor, rotary converter and balance converter, wire-wound variable resistor (transformer) and selfs	
a. DC motor and generator	5
b. Other motors including general motors:	
1) Single phase (single rotation) AC motors	20
2) Single phase (double rotation) AC motors	
No.1) those with 1/8 HP	20
No.2) those with more than 1/8 and 1 or less HP	20
No.3) Others	20
3) Three-phase AC motors	
No.1) those with 15 or less HP	20
No.2) those with 15 or more HP	20
4) Other AC motors	15
5) Others	15
c. AC generators	
1) those with 150 kW or less	15
2) those with output of more than 150 kW, and 400 or less 5 kW	
3) those with output of 400 or more kW output	-

Name of Product	Tax Rate (%)
d. Piston type compression ignition internal combustion engine motors	13
1) Diesel engine motors	
No.1) those with output of 180 or less kW	15
No.2) those with output of more than 180 kW, and 400 or less kW	15
No.3) those with output of more than 400 kW	-
2) Others	15
e. Rotary converter	5
f. Parts for the equipment under clauses a, b, c, d, and e	
1) Parts for the equipment under clause b	5
2) Parts for the equipment under clauses a, c, d, and e.	5
g. Liquid dielectric transformer	12
1) Transformers with 24 or less kV	15
2) Transformers with 24 or more kV	15
h. Other transformers	12
1) Measurement of current	
No.1) Voltage of 1 or less kV	15
No.2) Voltage of 1 or more kV	15
2) Measurement of voltage	15
3) Adjustment of voltage for household use	
No.1) Output of 2 or less kW	15
No.2) Output of 2 or more kW	15
4) Others	15
i. Balance converter, rectifiers	15
j. Wire-wound variable resistor and selfs	20
k. Parts for the equipment under clauses g, h, i, and j	5
Equipment for physical or chemical analysis (i.e. Polarimeter, refractometer, spectrometer and gas or smoke analyzer)	
• equipment for measurement or inspection of viscosity, porosity, dilation, surface tension and other similar properties (i.e. viscosity meter, porosemeter and dilatometer)	

Name of Product	Tax Rate (%)
<ul style="list-style-type: none"> • equipment for measurement or inspection of the volume and property of heat, light or sound (including calorimeter and exposure meter) and microtome 	
Gas meter for use and manufacture, liquid meter, watt-meter or measuring equipment for inspection and adjustment (for calibration)	
a. Watt-meter	15
b. Others	
1) Water meter	15
2) Gas meter	15
3) Others	1

(3) 輸入の手続き・ルール等

- a. 1930年に制定された外国為替法によれば、外貨の唯一の保有者は国である。しかし、実際は政府が民間に対し、輸出入を行う権利を委譲し承認する形で進められており、政府機関と民間とで並行して輸出入が行われている。
- b. 所轄官庁は外貨割り当て、輸入商品のチェックを行う。
- c. 輸入商品については、原則として国産化されているものは認めていない。また、外貨事情により軍事情貨物、食料品、医薬品など緊急度の高いものに制限されている。
- d. 輸入業者のライセンスについては、所轄官庁に対しプロフォーマ・インボイスを提出し、許可を取得後、当該所轄官庁および政府機関による外貨割り当ての取得手続きが必要。
- e. 為替管理は中央銀行である Bank Markazi に授権されている。自由為替市場を通じて認められているものを除き、すべての外国為替取引は Bank Markazi ないし公認銀行をとうして行う。
- f. 中央銀行は 1993 年の為替レート的一本化にともない、機械・原材料等に適用されていたコンペティブ・レート(1ドル約 600リアル)を廃止。
- g. リアル防衛策
1994年中央銀行は、為替市場統制委員会を開催し、リアル防衛策を発表した、その骨子は次のとおり。

(1) 中央銀行で承認された輸入用外貨は、年度末(3月20日)までに割り当

てを行う。

- (2) 優先輸入品については、年度末までに外貨割り当てを行う。
- (3) 中央銀行は、商業銀行を通じて登録された輸入品に対して、新年度（3月21日）以降に商業銀行による信用状（Letter of Credit）開始を認める。
- (4) 輸入が認められる商品は、商業省の登録を得たものに限られる。
- (5) 中央銀行は必要に応じて為替市場に介入する。
- (6) 国営企業の製品価格値上げは、政府の承認を得ない限り禁止する。
- (7) 国営企業の自由市場での外貨調達を禁止する。

1.3.4 金融

イスラムの理念に基づく金利を廃止した新銀行法を 1984 年 3 月 21 日より施行。新銀行法の概要は次のとおりである。

1. 銀行の融資、貸し付けに際しては、貸付金利の代わりに銀行と取引先がパートナーとなって利益を配する。
2. 預金業務は、当座預金、普通預金、および投資定期（短期・長期）の 3 つの制度を作って利子を撤廃、預金者には報奨金や投資に対する利益配当を行う。
3. 貧困者に対する融資や住宅ローン等は無利子融資する。

参考のため、1989 年から 1993 年の 5 年間のマネーサプライについて、Table 1.11 に示す。

Table 1.11 Money Supply (1989 to 1993)

[in Billion Rials]	1989	1990	1991	1992	1993
M ₁ (Cash at bank demand deposit)	8,087	9,546	11,713	13,522	17,444
M ₂ (Fixed deposit)	9,045	10,663	13,342	17,770	23,181
Private sector liquidity	17,132	20,209	25,055	31,292	40,629

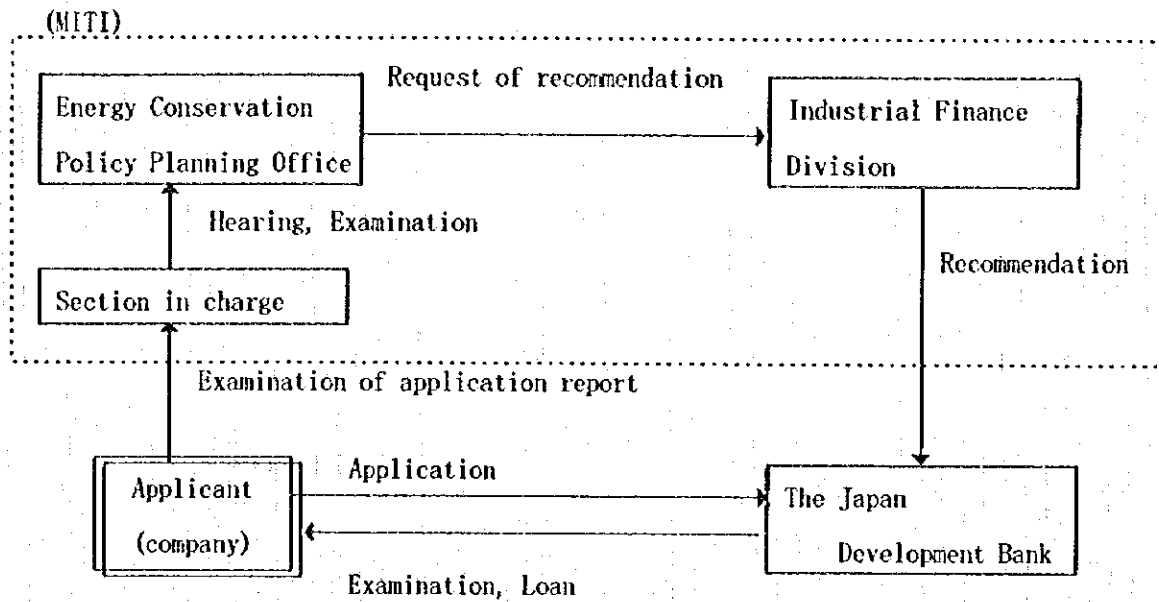
Source: IMF, International Financial Statistics

省エネルギー投資を促進するための財政的支援の方法には、低利融資、補助金、免・減税、輸入機材に対する輸入関税の免・減税などがある。

日本における通商産業省関連の省エネルギー投資に対する財政的支援の例を以下に示す。

(参考)

1. 日本開発銀行による省エネルギー機材関連の低利融資制度



(1) 対象

法令に規定された省エネルギー機材

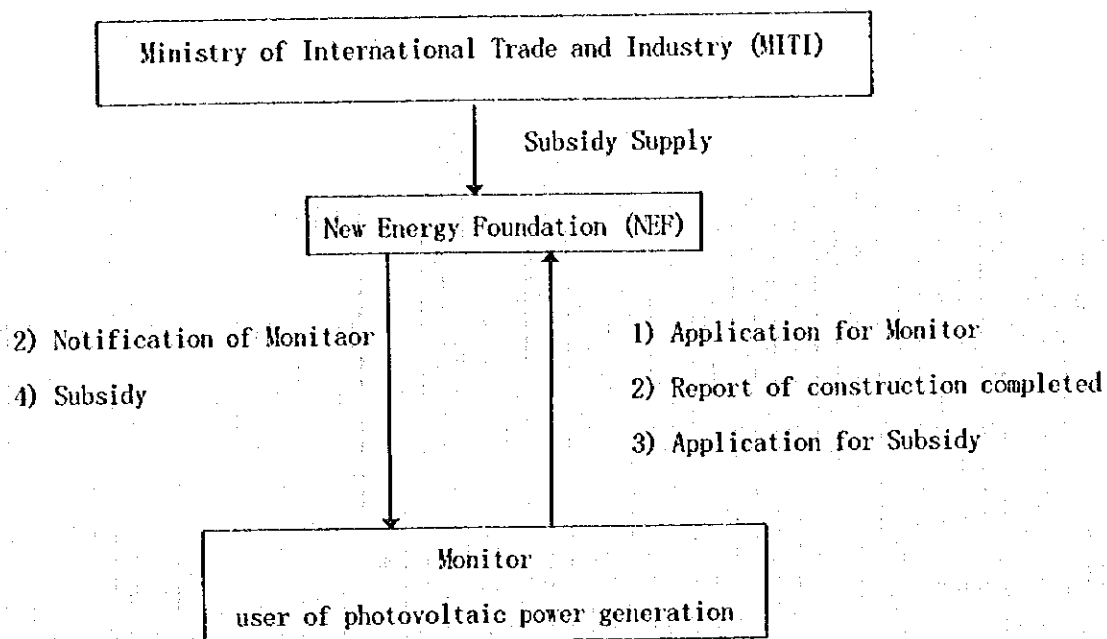
(2) 融資限度

40%以内

(3) 金利

3.15% (1995年11月28日現在)。金利は石油特別会計によって、一部補助されている。

2. 新エネルギー財団による家庭用の太陽光発電のモニター・システムへの補助金



(1) 対象

家庭用の太陽光発電システム (太陽電池モジュール、建設費、その他)

(2) 補助金額 (1995年度現在)

$A \times B$

A; 以下の小さい方

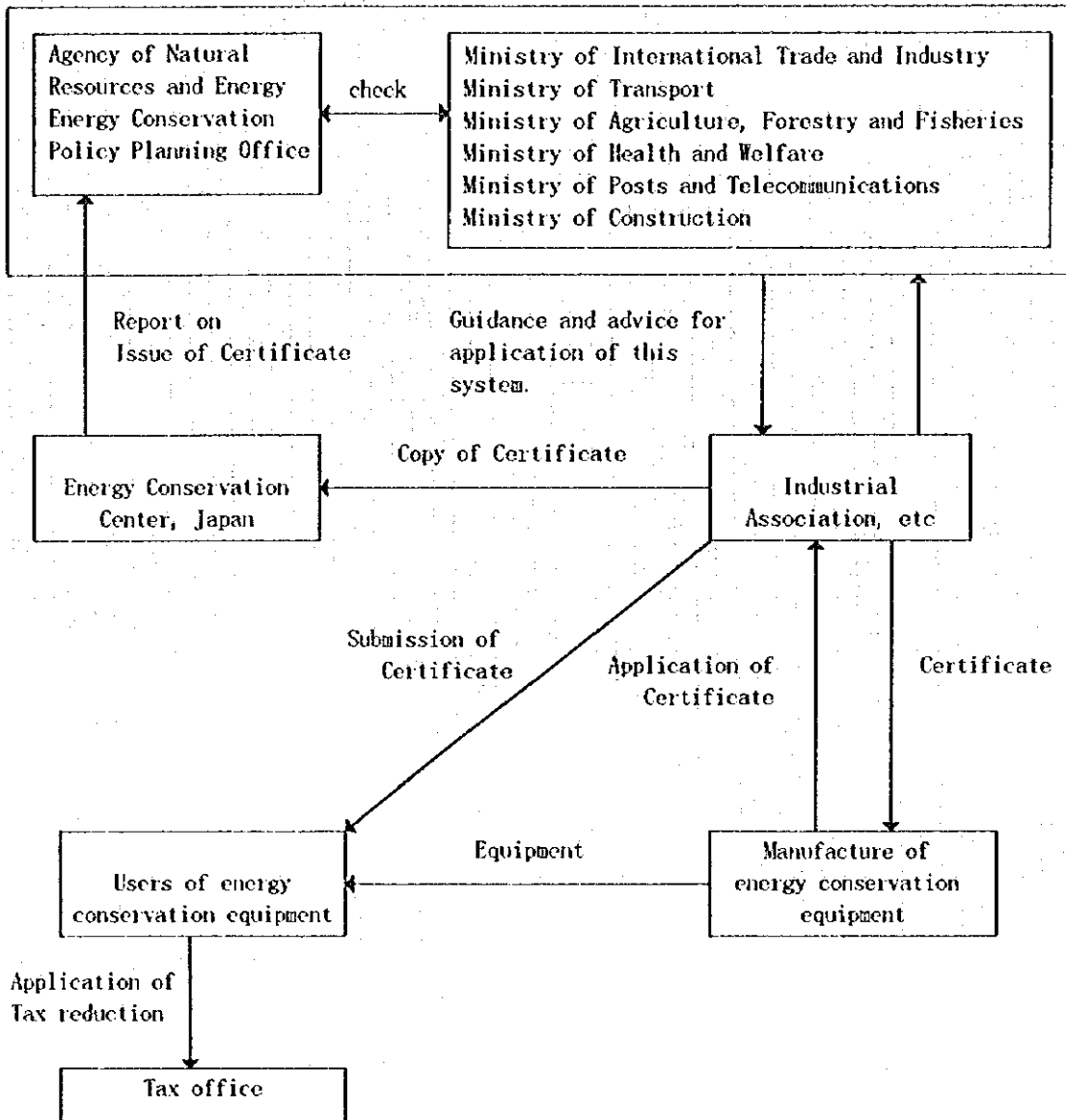
1) 85万円プラス消費税

2) 1kw当たりシステム・コストの 2 分の 1

B; 太陽電池モジュールの最大負荷 (kw)

(5kwが上限)

3. エネルギー需給構造改善投資促進のための減税制度



(1) 対象

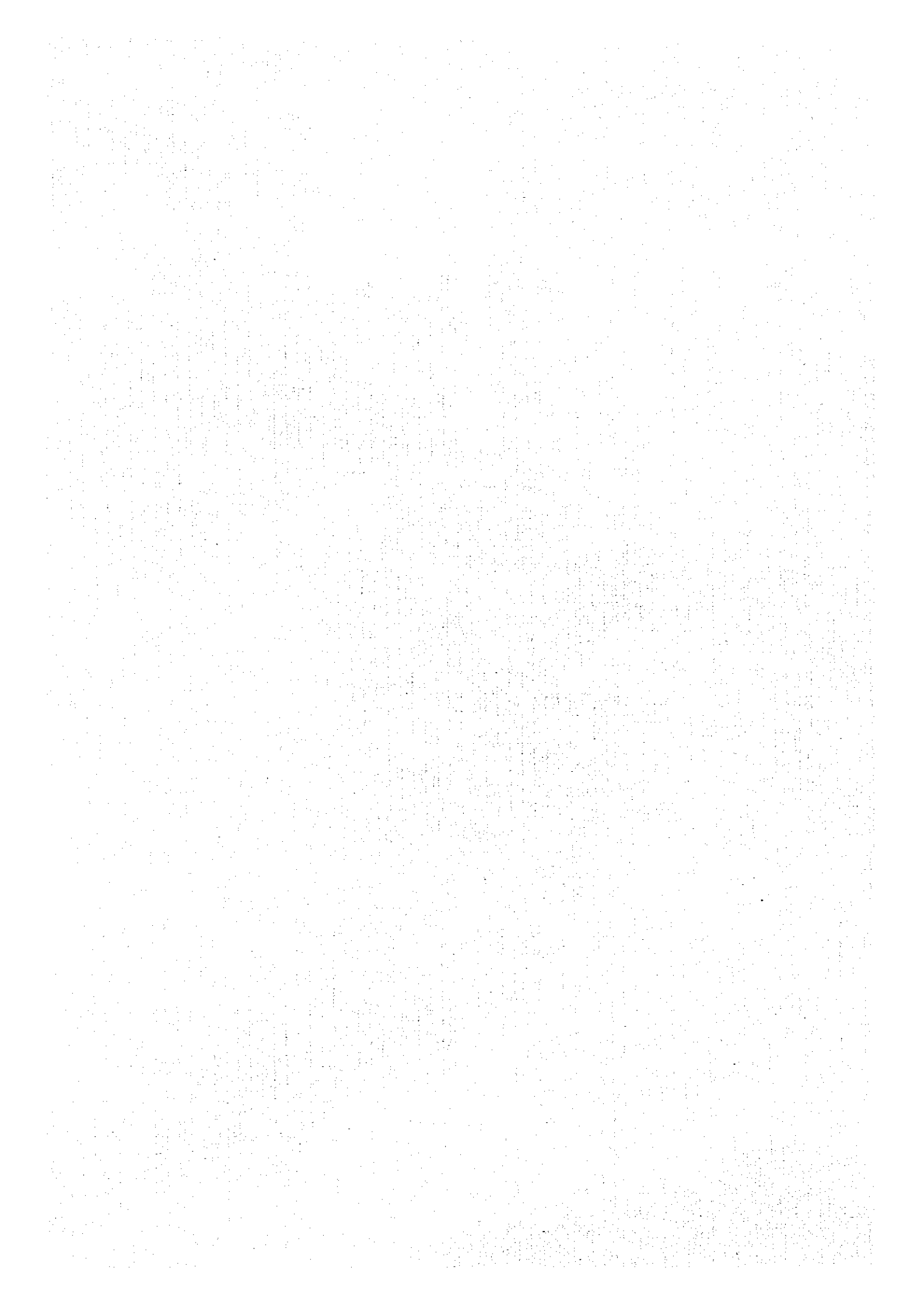
法律で定められた省エネルギー機材

(2) 減税

以下のどちらかを適用する。

- 1) 機材取得価格の 7% に等しい税額の免除 (但し、所得税または法人税支払額の 20% を越えないものとする。)
- 2) 通常の減価償却に加え、取得年における機材取得価格の 30% の特別償却

2. 經濟評估



2. 経済評価

2.1 業種別省エネルギーポテンシャルの推定法

2.1.1 業種別エネルギー消費量の推定

現状における業種別エネルギー消費量については、その実態を正確に示すデータが得られない場合が多く、またたとえ得られたとしてもその検証を要する。従って下記の方法によって現状における業種別エネルギー消費量 ($E_{a(s, Ind.)}$) を推定する。

$$E_{a(s, Ind.)} = P_{(s, Ind.)} * I_{(R, Fac)} * f_p * f_s * f_m \quad (\text{kcal/y}) \quad \dots \dots \dots (1-1)$$

ここで $P_{(s, Ind.)}$: 業界における当該製品の合計生産量(t/y)

$$= \sum_{i=1}^n P_i$$

$I_{(R, Fac)}$: 診断工場における当該製品のエネルギー原単位(kcal/t)

f_p, f_s, f_m は診断工場に対する其他工場の要因別修正係数、即ち;

f_p : プロセス係数(設備のタイプ、規模により推定)

$$= (f_{p1} * P_1 + f_{p2} * P_2 \dots + f_{pn} * P_n) / P_{(s, Ind.)} \quad \dots \dots \dots (1-2)$$

f_s : 経年係数(建設/稼働開始年次により推定)

$$= (f_{s1} * P_1 + f_{s2} * P_2 \dots + f_{sn} * P_n) / P_{(s, Ind.)} \quad \dots \dots \dots (1-3)$$

f_m : 管理係数(稼働率、歩留、エネルギー管理状況により推定)

$$= (f_{m1} * P_1 + f_{m2} * P_2 \dots + f_{mn} * P_n) / P_{(s, Ind.)} \quad \dots \dots \dots (1-4)$$

但し、工場数が多く、其他工場の状況把握が困難な業種については、要因別修正係数 = 1 として処理する。

なお、業種別エネルギー消費量の目標値 ($E_{t(s, Ind.)}$) は、下記の式によって設定できる。

$$E_{t(s, Ind)} = P_{(s, Ind)} * I_t \quad (\text{kcal/y}) \dots \dots \dots (1-5)$$

ここで I_t : エネルギー原単位(目標)・・・日本/先進国の実績

また、業種別エネルギー消費量の実績をエネルギー種類別に把握するのは、統計資料またはアンケート調査等による業界調査に依存するしかない。

2.1.2 業種別省エネルギー技術ポテンシャルの推定

業種別省エネルギー技術ポテンシャル ($\Delta E_{(s, Ind)}$) は、業種別エネルギー消費量の現状における実績値と省エネの目標値との差で求められる。即ち；

$$\Delta E_{(s, Ind)} = E_{a(s, Ind)} - E_{t(s, Ind)} \quad (\text{kcal/y}) \dots \dots \dots (2-1)$$

また、業種別省エネルギー技術ポテンシャルは、その業種における省エネ対策別技術ポテンシャルを積算することによっても求められる。即ち；

$$\Delta E_{(s, Ind)} = \sum_{j=1}^n A_{j(s, Ind)} \quad \dots \dots \dots (2-2)$$

ここで $A_{j(s, Ind)}$: 指定業種における省エネ対策"j"の技術ポテンシャル (kcal/y)

指定業種における省エネルギー対策別技術ポテンシャルは、診断工場における省エネルギー対策別技術ポテンシャルを用いて、下記の方法によって推定する。即ち；

$$A_{j(s, Ind)} = A_{j(R, Fac)} * P_{(s, Ind)} / P_{(R, Fac)} * f_p * f_s * f_v \dots \dots \dots (2-3)$$

ここで $A_{j(R, Fac)}$: 診断工場における省エネ対策"j"の技術ポテンシャル (kcal/y)

$P_{(R, Fac)}$: 診断工場における製品の生産量(t/Y)

ただし、 f_p , f_s , または f_v は対象となるポテンシャル毎に適用を考慮しなければな

らない。

2.1.3 業種別省エネルギー対策コストの推定

業種別省エネルギー対策コスト ($C_{(S, Ind.)}$) は、その業種における省エネルギー技術ポテンシャル毎に対策コストを積算することによって求められる。即ち；

$$C_{(S, Ind.)} = \sum_{j=1}^n C_{j(S, Ind.)} \quad (\text{Rial}) \dots \dots \dots (3-1)$$

ここで $C_{j(S, Ind.)}$: 指定業種における省エネルギー技術ポテンシャル "j" の対策コスト

指定業種における省エネルギー技術ポテンシャル "j" の対策コストは、診断工場における省エネルギー技術ポテンシャル "j" の対策コストを用いて推定することができる。

即ち；

$$C_{j(S, Ind.)} = C_{j(R, Fac)} * f_{sc} * f_{lo} * f_{c,1} \quad (\text{Rial}) \dots \dots \dots (3-2)$$

ここで $C_{j(R, Fac)}$: 診断工場における省エネルギー技術ポテンシャル "j" の対策コスト

f_{sc} : スケールアップ係数

f_{lo} : ロケーション係数

$f_{c,1}$: エスカレーション係数

但し、診断工場における省エネルギー技術ポテンシャル "j" の対策コストがイランの現在ベースで算出されている場合には、 $f_{lo} = 1$, $f_{c,1} = 1$ として処理出来るが、日本の過去の実績をベースとする場合には、ロケーション係数及びエスカレーション係数を用いて算出する必要がある。この場合、各係数は次のように計算する。

(1) ロケーション係数 (f_{lo})

ロケーション係数 (f_{lo}) は次の式で表される。

$$f_{10} = C_{10} / C_1$$

ここで C_1 : 省エネ対策コスト (イランベース)

$$= C_{1,e} + C_{1,c} + C_{1,r} \quad (\text{Rial})$$

$$= (C_{J,e} * f_e + C_{J,c} * f_c + C_{J,r} * f_r) * r$$

但し、機器・装置をイラン国内調達の場合

$$= C_{1,e} + (C_{J,c} * f_c + C_{J,r} * f_r) * r$$

C_J : 省エネ対策コスト (日本での実績)

$$= C_{J,e} + C_{J,c} + C_{J,r} \quad (\text{Yen})$$

$$= C_J (a + b + c)$$

$C_{1,e}$: 省エネ対策コスト (イランベース) 機器・装置費部分

$C_{1,c}$: 省エネ対策コスト (イランベース) 工事費部分

$C_{1,r}$: 省エネ対策コスト (イランベース) 設計・管理費部分

$C_{J,e}$: 省エネ対策コスト (日本での実績ベース) 機器・装置費部分

$C_{J,c}$: 省エネ対策コスト (日本での実績ベース) 工事費部分

$C_{J,r}$: 省エネ対策コスト (日本での実績ベース) 設計・管理費部分

f_e : 関税・国内輸送費係数

f_c : 労務費係数

f_r : 設計・管理費係数

r : 円-リアル換算係数

a, b, c : 建設費に占める機器・装置費 (a)、材料・工事費 (b)、及び設計・管理費 (c) コスト構成率 (業種毎に異なる)

(例1) セメント $a = 0.329, b = 0.498, c = 0.173$

(例2) 化学 $a = 0.371, b = 0.422, c = 0.207$

Source : (社) 日本機械工業連合会、(社) 日本産業機械工業会
プラントコストインデックスの作成報告書

a. イラン国内にて調達可能な装置、機器及び材料のコスト ($C_{1,e}$)

品質管理、納期管理に問題があるものの、別添資料に示す範囲のものはイラン国内で製作可能としている。但し材料・副資材の支給、基本設計・詳細設計を与え、場

下記のデータをベースに、労務費係数 f_c を0.2 とする。但し、労働生産性の差は考慮しないものとする。

(Table 2.1.1参照)

Table 2.1.1 Comparison of Labor Cost
for Estimation of Labor Cost Coefficient

	Iran US\$/Hr	Japan (Tokyo) ¥/8Hr	I/(J*1.5)
Foreman	8.8	22,500	0.208
Rebar Worker	4.5	20,600	0.117
Welder	9.2	21,500	0.228
Pipe Fitter	6.7	21,400	0.166
X-ray Technic	9.8		
Electrician	5.3	19,700	0.144
Insulator	5	19,000	0.140
Instrument Te	9.8		
Common Labor	2.9	15,500	0.100

(1 US\$ = 100¥)

Source : Bulletin of Construction Cost in Japan (1996, Spring)

イランの労務単価は “ All-In-Rate ” ベースで、業者が現地人を提供するために必要な費用（超過労働給、基準外手当、業者事務所経費＜労務管理費、法定福利費、福利厚生費＞）を含む。

日本の労務単価は、実働 8 時間基本日額ベースで、基本給、基準内手当、賞与（日額相当分）よりなるものである。

従って、両者のベースを合わせるために

$$\text{“ All-In-Rate ” ベース} = \text{実働 8 時間基本日額ベース} * 1.5$$

d. 設計・管理費係数 (f_d)

一般にイランのエンジニアリング企業の平均 Man-Hour Rate は 10-19 US\$/Hr. 程度とされている。これをベースに設計・管理費係数 f_d を 0.3 とする。

(2) エスカレーション係数 (f_{c1})

エスカレーション係数については、平成6年度プラントコストインデックスの作成調査研究報告書のデータを利用することができる。

(Table 2.1.2参照)

Table 2.1.2 Plant Cost Index in Japan
(1985 = 100)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Chemical Plant	66.6	70.6	75.7	79.9	84.5	90.8	93.9	95.6	96.9	99.0	100.0	100.2	101.7	106.1	111.3	115.6	126.2	128.3	129.1	129.6	131.4
Petroleum Refinery	66.9	70.6	75.7	80.0	84.7	91.0	94.0	95.7	97.1	99.2	100.0	100.3	102.0	106.4	111.6	115.6	126.4	128.8	129.7	130.3	132.1
Cement Plant	65.0	68.5	73.4	78.1	83.8	90.1	92.8	97.6	96.4	98.3	100.0	100.3	101.8	106.2	110.7	115.5	126.6	128.2	129.3	130.1	132.0
Desalination Plant	71.6	77.4	80.2	80.8	88.3	96.0	96.5	97.7	98.0	99.0	100.0	96.9	98.3	104.8	110.5	111.9	116.7	116.7	114.7	116.0	119.7
Civil Work	58.3	60.4	66.6	75.7	85.1	95.8	96.5	97.8	99.2	100.7	100.0	99.8	103.3	110.0	114.5	115.2	132.6	138.6	139.2	138.8	140.9
Architectural Work	62.5	65.1	69.9	75.7	84.8	91.4	93.9	94.8	95.9	97.6	100.0	99.2	101.3	107.4	111.2	117.5	138.7	138.7	138.4	138.7	140.7
Structural Work	62.5	67.7	73.1	79.6	87.4	93.3	94.9	95.4	96.6	97.8	100.0	97.7	100.2	106.5	110.6	117.0	137.8	137.9	137.1	136.7	138.9

Source : The Japanese Machinery Federation, The Japan Society of Industrial Machinery Manufacturers

上記省エネ対策コストの推定方法は、個別の対策コストの正確な算出には適当である。しかし、本調査では、各種の関連データ・情報の入手に限界があったため、この方法を適用することができなかった。

本調査では簡便法として、1993年時点における為替レート(1 US\$ = 100 円 = 1,750 Rial)を用いて、ロケーション係数(f_{lo})を17.5とし、エスカレーション係数(f_{cl})は1として、省エネ対策コストを計算した。

今後、必要なデータ・情報が入手可能となった時点で、上記推定方法を実際に適用されることが期待される。

2.1.4 業種別省エネルギー経済ポテンシャルの抽出

業種別省エネ技術ポテンシャルより業種別省エネ経済ポテンシャルを抽出する方法として、次の基準によって業種別省エネルギー技術ポテンシャルを評価することとした。

即ち；

$$\sum_{t=1}^n B_{j(s, Ind)} (1 / (1 + d))^t > C_{j(s, Ind)} \dots \dots \dots (4-1)$$

であればポテンシャル“j”は経済ポテンシャルとする。

ここで

$\sum_{t=1}^n B_{j(s, Ind)} (1 / (1 + d))^t$: 一定期間“n”における省エネルギー利益の正味現在価値 (NPV)

d : 割引率

$B_{j(s, Ind)}$: 省エネルギーポテンシャル“j”の年間利益 (Rial/Y)
(原油価値で計算する場合)

$$= A_{j(s, Ind)} * 1 / 9,250 * P_{mean}$$

P_{mean} : 一定期間“n”における原油価格の平均値 (Rial/L)

9,250 : 原油の発熱量 (kcal/L)

上記の計算に当たって、本調査では PBO Team と協議により、下記の数値及び計算方式を用いることとなった。

1) $d = 10\%$ とし、 $n = 3$ 及び $n = 10$ の 2 case について検討する。即ち、

$$\sum_{i=1}^n (1/(1+d))^i = 2.48, \text{ and } 6.14$$

2) 省エネルギーポテンシャル "j" の年間利益

Table 2.1.3 の単価を用いて、エネルギー種類毎に計算する。

(Table 2.1.3参照)

**Table 2.1.3 Mean Value of Energy Price
for Estimation of Energy Conservation Benefit by Scenario**

		Energy Conservation		Accelerated Energy Conservation	
		2000-2002	2000-2009	2000-2002	2000-2009
Electricity	(Rial/kWh)	40.7	54.5	100.0	100.0
Natural Gas	(Rial/Nm ³)	22.4	30.0	123.0	123.0
Fuel Oil	(Rial/L)	17.0	22.7	75.0	75.0
Gas Oil	(Rial/L)	25.4	34.1	474.0	474.0
Coal	(US\$/t)	N.A.	N.A.	60.0	60.0

2.2 鉄鋼業

2.2.1 鉄鋼業界の概要

イランの鉄鋼業界は、国営の National Iranian Steel Co. (NISCO) 傘下の 5 工場よりなるが、その業態から次のように分類できる。

a. 高炉でコークスと焼結した鉄鉱石から鉄鉄を作り、これを転炉で鋼にし、圧延工程で鋼板・条鋼等の鋼材とする鉄鋼一貫製鉄所。(Esfahan Steel Complex)
(Figure 2.2.1 参照)

b. 上記の鉄鉄製造工程において、天然ガスを $H_2 + CO$ ガスにリフォーマで改質して、 $800 \sim 900^\circ C$ の直接還元炉で鉄鉱石を還元し、得られた還元鉄を鉄スクラップと共に電気炉で鋼にして、圧延工程で鋼板・条鋼等の鋼材とする鉄鋼一貫製鉄所。
(Mobarakeh Steel Complex, Ahwaz Steel Complex)
(Figure 2.2.2 参照)

c. 高炉も直接還元炉も持たず、鉄スクラップを電気炉で溶かして鋼を作り、鋼材を生産する電炉工場。(Iran National Steel Group, 通称 INSIG)
(Figure 2.2.3 参照)

d. 半製品の鋼材の供給を受け、圧延設備で鋼材製品を生産する単純圧延工場。
(Kavian Steel Co.)

この他に工業省の管轄下にパイプ等の生産工場があるが、製品の生産状況が把握できないので今回の調査では対象外とする。

(1) 生産の推移

Table 2.2.1 に 1990 年以降の各社の鉄鋼生産推移を示す。

Figure 2.2.1 Production Process by Blast Furnace / Steel-Making Method

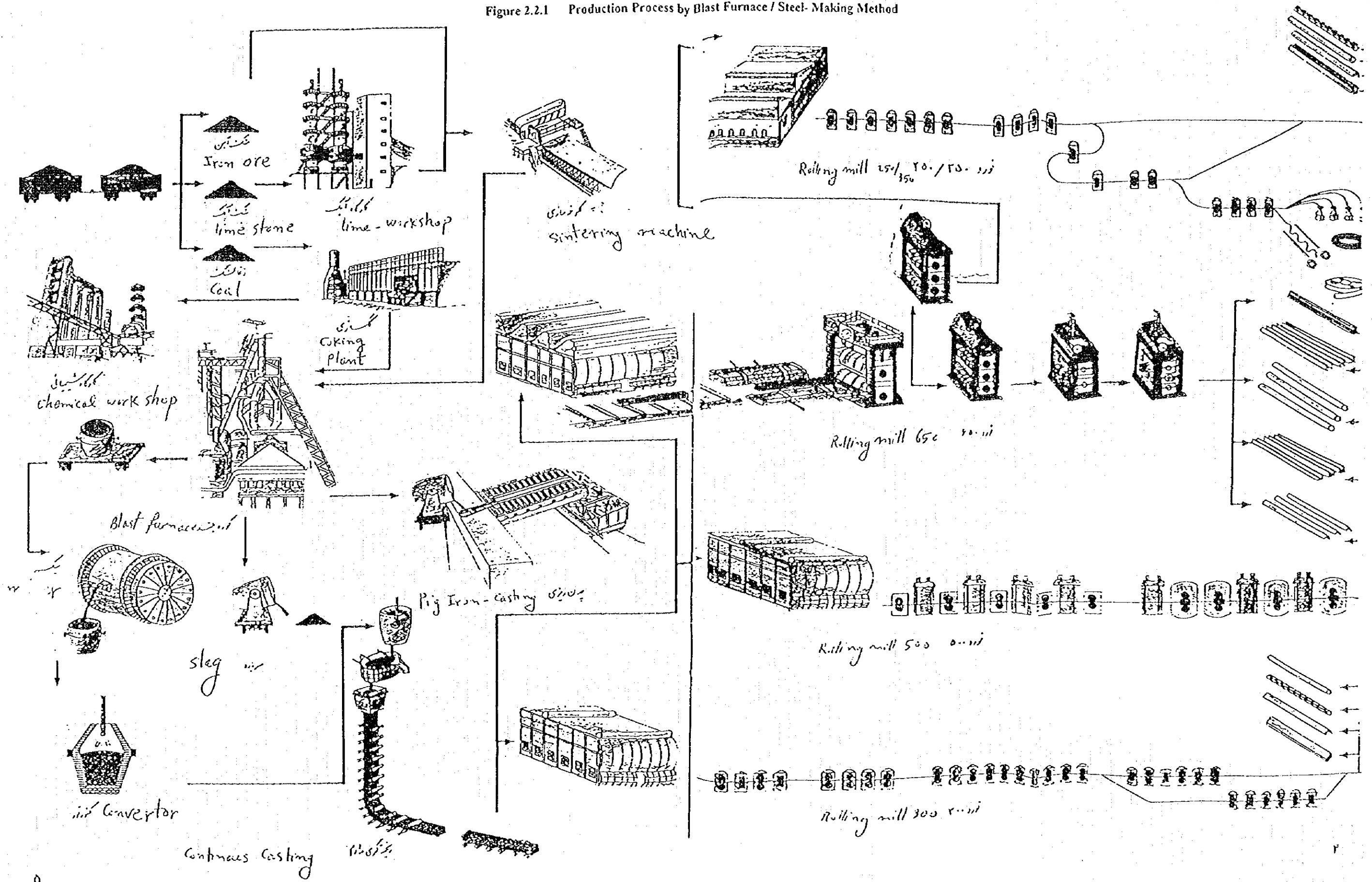


Figure 2.2.2 Production Process by Direct Reduction/ Steel-Making Method

MOBARAKEH STEEL COMPLEX SYNOPTIC FLOW DIAGRAM

(80-20 D.R.I. - SCRAP CHARGE AND 100% GOL-E-GOHAR IRON ORE HYPOTHESIS)

VALUES IN 10^3 t/y

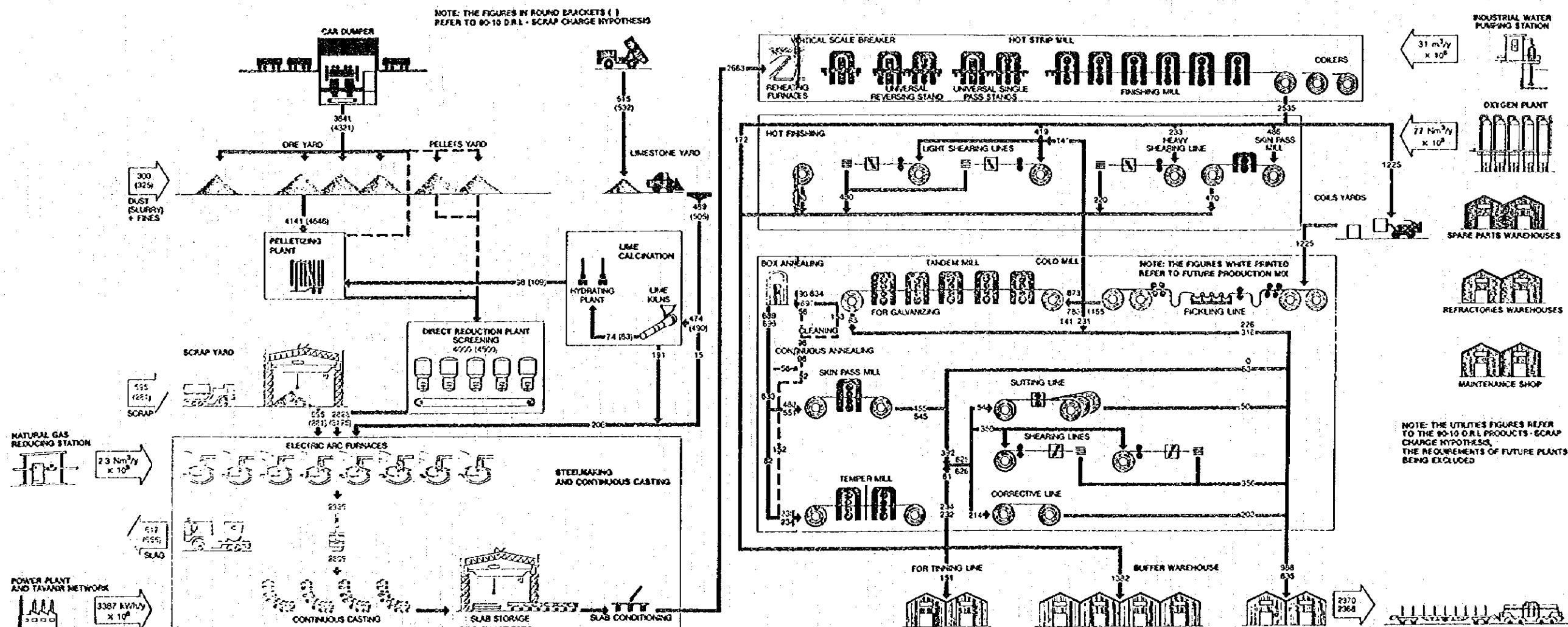


Figure 2.2.3 Production Process by Arc Furnace Steel- Making Method

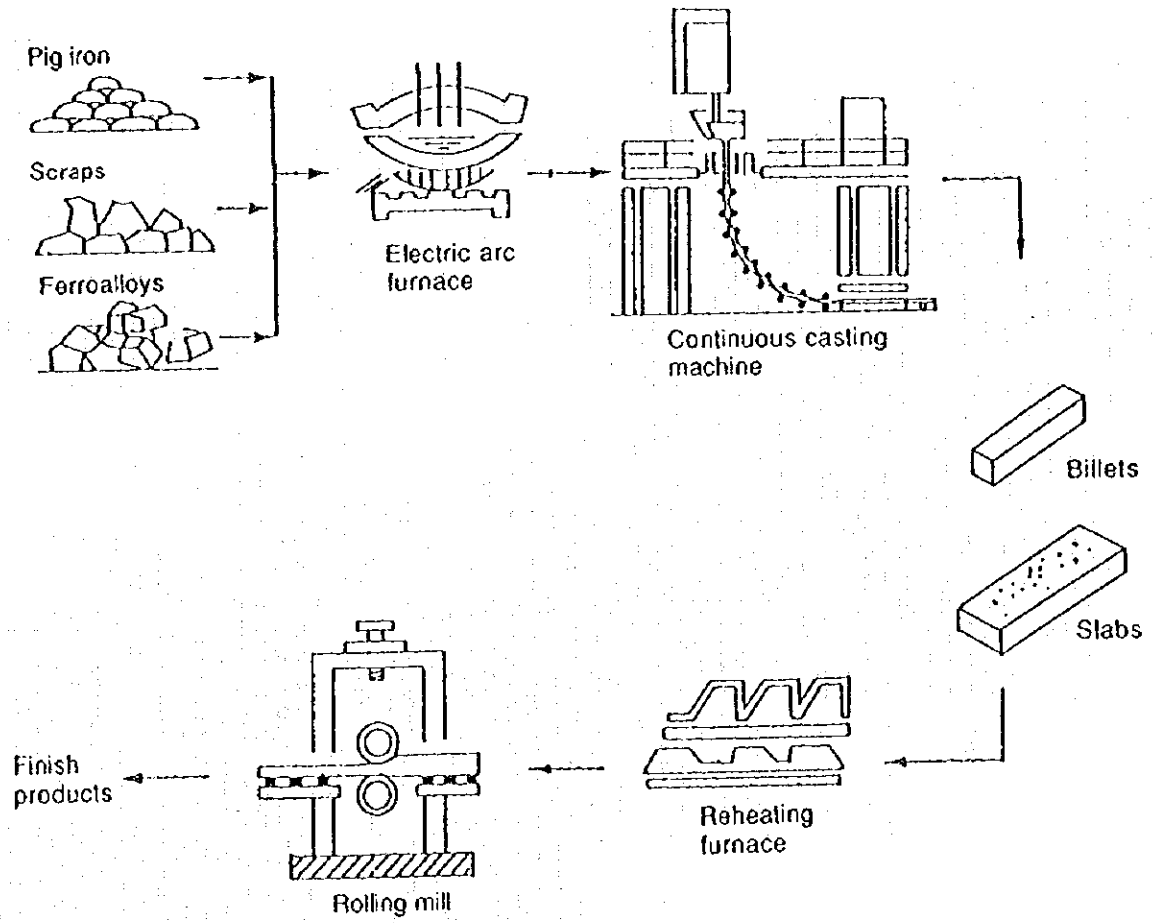


Table 2.2.1 Steel Production in I. R. Iran

	Esfahan Steel Complex	Mobarakeh Steel Complex	Ahwaz Steel Complex	Iran National Steel Group	Kavian Steel Co.	Total
Crude Steel	t	(Molten S.) t	(Molten S.) t	(Molten S.) t	t	t
1990	1,152,818			102,937		
1991	1,756,563	39,000		104,902		
1992	1,968,244	342,000		142,902		
1993	1,924,302	984,000	1,047,633	100,595		4,056,530
1994	1,880,982	1,534,400	1,330,836	97,308		4,843,526
1995		1,865,600				
Total Final Products						
1990	1,309,190		327,851	618,885		2,255,926
1991	2,080,289	9,629	521,154	761,657	25,015	3,397,744
1992	1,961,501	305,100	804,731	578,709	173,101	3,823,142
1993	1,865,597	713,320	1,007,980	347,941	129,114	4,063,952
1994	1,783,552	1,540,124	1,255,986	587,738	238,496	5,405,896
(ratio)						
91/90	1.5890		1.5896	1.2307		1.5061
92/91	0.9429	2.1591	1.2460	0.7598	6.9199	1.1252
93/92	0.9511	2.3380	1.2526	0.6012	0.7459	1.0630
94/93	0.9560	2.1591	1.2460	1.6892	1.8472	1.3302

Source : Ministry of Mines and Metals
Mobarakeh Steel Complex

これによれば、1990年以降の鉄鋼製品生産は平均年率20%強の伸び率で発展しており、1995年には5,000,000tを突破したと思われる。これには還元鉄生産のMobarakeh Steel Complex, Ahwaz Steel Complex 両工場の生産の伸びが大きく貢献している。

これに対して高炉法のEsfahan Steel Complexは1991年以降年々5%弱の漸減傾向にある。これは転炉及び圧延機等の更新工事のための生産調整によるものと思われる。

この結果、1994年には直接還元法の生産シェアは50.1%と高炉法の生産シェアは47.4%を上回ることになった。今後は直接還元法の設備能力(4,319,000t/y)

が高炉法の設備能力 (2,100,000 t/y) を大幅に上回っているので、さらにこの格差が広がる傾向にある。

(2) 工場の概要

Table 2.2.2 に鉄鋼各社の所在地、生産開始時期、設備概要及び設備能力を示す。

工場は Esfahan 地区と Ahwaz 地区に偏在しているが、Ahwaz 地区の 3 工場は 1991 年に合併して Khouzestan Steel となっている。

ただし、将来計画として Meybod(Yazd) 地区に 1,000,000 t/y の高炉、並びに Asadabad (Hamadan) 地区に圧延工場が建設されることになっている。

設備能力は、粗鋼ベースで最新鋭の Mobarakeh Steel が最大で 2,769,000 t/y、次いで Esfahan Steel 2,100,000 t/y、Ahwaz Steel 1,550,000 t/y、INSIG 150,000 t/y 合計 6,569,000 t/y となっている。

これに対して、稼働率は 1994年で Esfahan Steel 89.6 %、Ahwaz Steel 81.0 %、INSIG 64.9 %、Mobarakeh Steel 53.3 %、64.6 %(1995)、全体 73.7 % となっている。

しかし、1999年までには次のように増強される計画がある。

これによれば、高炉法の Meybod 計画が実施されても、今後とも直接還元法の生産シェア一優位の状況は続くものと思われる。

Esfahan Steel Complex	3,300,000 t/y (incl. Direct Reduction)
Mobarakeh Steel Complex	3,200,000
Ahwaz Steel Complex	2,600,000
Iran National Steel Group	500,000
Meybod Steel Complex (B.F. Method)	1,000,000
Asadabad Steel	?

なお、5工場の製品構成は Table 2.2.3 に示すごとくそれぞれに特徴があり、競合がない。

Table 2.2.2 Iron & Steel Factories in I.R. Iran

(1/2)

Company Name	Location	Production Phase	Manufacturer	Production Capacity(t/y)		Product
				Start up	(1994 Product Output)	
Estahban Steel Co.	Estahban	Phase 1	USSR	(Crude Steel)	2,100,000 Crude Steel	1,881 Mt
		Phase 2	1972	Coke Oven *2	1,150,000 Hot Rolled Prod.	936 Mt
				Sinter Plant *3	2,516,000 I-beam	703
		Phase 3	1983	Blast Furnace *2	1,925,000 Bar	229
				LD Converters *3	3*130t/charge Billet	28
				Billet C.C. *7	2,500,000 Channel	13
				Rolling Mill *6	2,150,000 Angle & rail	1,909
Oxygen Plant *6	11,000NM ³ /H (Total)					
Mobarakeh Steel Complex	Estahban	1993	Kobe Steel	(Crude Steel)	2,769,000 Sponge Iron	1,624 Mt
Mobarakeh Steel Complex	Estahban		Italmipianti	Iron Ore Pelletizing	4,500,000 Crude Steel	1,534
				D-Reductn. Unit	3,200,000 Hot Coil	1,105
				Electric Arc Furnaces	8*180-200t Pickling Coil	341
					/charge Cold Coil	253
				C.C. Slab *4	2,700,000	
				Rolling Mill *2		
				Hot Strip Mill	2,500,000	
				Hot Finishing	1,550,000	
				Cold Rolling	986,000	
				Oxygen Plant *3	10,400NM ³ /H	

continued

Company Name	Location	Production Start up	Manufacturer	Production Capacity(t/y)	Product (1994 Product Output)
Khuzestan Steel Co.					
Ahwaz	Ahwaz				1,550,000 Crude Steel
Steel Complex			Lurgie Chemie (Crude Steel)		5,000,000
		1978	Thyssen(G) Sinter Plant *2		330,000 (Purofer 1 set)
		1984	Korf(G) D-Reductn. Unit No.1		1,200,000 (Midrex 3set)+600,000
		1985	Pulmann Swindell D-Reductn. Unit No.3		1,000,000 (HYL 3set)
		Lectromelt	Electric Arc Furnaces		6*180t /charge Main products ;
			C.C. Slab & Billet		1,550,000 Bloom 1 line & Slab 2line
Iran National Steel Indu. G.					
Ahwaz	Ahwaz				150,000 Crude Steel
Steel Indu. G.		1972		(Crude Steel)	360,000
				Melting 60t/b*4set	
				Casting 2lines	Beam
		1967-1973		Round & Rod Rolling	505,000 Plain & Ribbed Rounds
		1977		Beam Rolling	385,000 Flange Beams & channels
		1977	Demag	Pipe Mill	190,000 Welded Pipe & Seamless Pipe
	1973	(Germany)	Metal Industry		119,000 Profile, Frame & Electrode
Kavian Steel Co.	Ahwaz	1991	Spezial Stahl (Germany)	Hot Rolled	Total mainly Plate, 840,000 Bloom & Slab
				Semifinished Products	
				Plate 12%	
				Bloom 43%	
				Slab 55%	

Source : Ministry of Mines and Metals
Metal Bulletin Books 11Ed. P.228-9
Esfahan Steel Complex
Mobarakeh Steel Complex

Table 2.2.3 Iron and Steel Production in each Factories

(Unit : t)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Esfahan Iron & Steel Complex						
1 Dry Coke	893,577	1,012,331	1,017,624	955,413	1,033,015	
2 Metallurgical Coke	829,590	989,502	962,419	897,648	959,402	
3 Agglomerate	1,776,860	2,334,220	2,424,478	2,479,330	2,368,359	
4 Molten Steel of F-1	687,192	712,421	764,385	737,486	721,014	
5 Molten Steel of F-2	721,874	1,237,984	1,288,977	1,178,733	1,189,038	
6 Total Molten Steel	1,409,066	1,981,408	2,052,092	1,916,219	1,910,052	
7 Ready Billet	1,152,818	1,756,563	1,968,344	1,924,302	1,880,982	
8 Rolling Mill 650	605,474	641,747	636,122	670,262	666,356	
9 R.M.650(for sale)	339,459	478,822	404,068	420,091	427,040	
10 R.M.500(for sale)	467,848	865,499	799,898	683,875	652,527	
11 R.M.350(for sale)	288,555	345,329	213,781	280,812	240,852	
12 R.M.300(for sale)	213,320	390,642	543,752	490,917	463,133	
13 T. Rolled Product	1,309,190	2,080,289	1,961,501	1,865,597	1,783,552	
Mobarakeh Steel Complex						
1 Spongy Iron			307,800	872,597	1,631,445	
2 Molten Steel		39,000	342,000	984,000	1,534,400	1,865,600
3 Slab		34,000	302,000	934,000	1,475,200	1,788,200
4 Hot Rolling		3,200	201,000	750,000	1,105,000	
5 Pickling Coil			94,000	228,000	341,000	
6 Cold Rolling			40,000	157,000	253,500	
7 Total Final Product(4+6)		3,200	241,000	907,000	1,358,500	
Ahwaz Steel Complex						
1 Sinter	644,684	950,643	1,245,111	1,643,265	2,013,200	
3 Spongy Iron	405,616	621,109	850,310	1,196,267	1,463,929	
4 Molten Steel				1,047,633	1,330,836	
5 Bloom				451,436	403,877	
6 Slab				556,434	852,109	
7 Bloom & Slab	327,834	652,024	804,753	1,007,870	1,255,986	
Iran National Steel Industry						
1 Bloom (Melt No.1)	102,937	104,902	143,089	100,595	97,308	
2 Rolling Sec. No.1	228,804	304,750	220,893	167,158	369,847	
3 Rolling Sec. No.2	289,941	201,456	270,744	166,077	287,438	
4 Pipe Making	47,188	71,603	54,657	2,137	23,569	
5 Metal Industry	52,951	64,854	63,350	12,563	6,861	
6 Total Final Product	618,885	769,657	578,709	347,941	587,738	
Kavian Steel Co.						
1 Slab				13,009	45,034	
2 Bloom					1,410	
3 Steel Sheet				116,105	193,054	
4 Total Final Product		25,015	172,101	129,114	238,496	

Source : Ministry of Mines and Metals, Mobarakeh Steel Complex, and Ahwaz Steel Complex

即ち、

Esfahan Steel Complex	Hot Rolled Products (I-beam, Bar, Billet, Channel, Angle & rail)
Mobarakeh Steel Complex	Hot Coil, Cold Coil, Pickling Coil
Ahwaz Steel Complex	Slab, Bloom(圧延工場を保有せず)
Iran National Steel Group	Beam, Rod, Pipe, Profile & Wire Grid
Kavian Steel Co.	Slab, Bloom, Steel Sheet(ASCO 製品の圧延)

2.2.2 エネルギー消費の現状

鉄鋼業では、鉄鉱石を還元し‘鉄’を製造する部門、鉄及びスクラップを精錬し‘鋼’を製造する部門及び工場の電力を供給する発電所の3部門がエネルギーの大口消費部門である。

各製鉄所のエネルギー消費量を求めるためには、各製鉄所が使用しているエネルギーを正確に把握する必要がある。

Table 2.2.4 に Esfahan Steel Complex (以後 Esfahan という) の工場診断と Mobarakeh Steel Complex (以後 Mobarakeh という) 及び Khuzestan Steel Co. (以後 Khuzestan という) の訪問調査により得られた最近の各社のエネルギー消費の実態を示す。

Mobarakeh では燃料及び電力使用量を把握できたが、購入電力量または自家発電用の燃料消費量が把握できなかったため、各プロセスの原単位を仮定し、電力及び燃料バランスを作り、購入電力量を全電力使用量の 50 % (つまり自家発電比率を 50 %) と推定した。

Esfahan 及び Khuzestan は各プロセスのエネルギー使用量が工場診断時、又は、工場訪問時に調査できたため、他の製鉄所の各プロセスの原単位を推定するベースとして参考にした。

INSIG は、電気炉の Tap-to-tap 時間や容量、及び原料(スクラップ使用比率 約90%)の情報を、Kavian Steel Co. は製鉄所全体の燃料及び電力の原単位に関する 1992年の調査を参考とした。この2つの製鉄所については、Table 2.2.3 の製品生産量から各プロセスのエネルギー原単位を他のイランの製鉄所の類似プロセスの原単位から推定し、これらを積み上げ、製鉄所全体のエネルギー使用量を推定した。

Table 2.2.4 Energy Consumption of the Iron & Steel Industry

Company Name	Production 1994 (t/y)	Energy Consumption in 1994					
		kind	Quantity		(Tcal/y)	(Mcal/t-CS)	
Esfahan Steel Co.	Crude Steel 1,881,000	Coal	1,301	(1,000t/y)	9,630	5,120	
		Coke	20.5	(1,000t/y)	146	78	
		Tar	-48.9	(1,000t/y)	-430	-229	
		Gas Oil	71.0	(1,000kl/y)	643	342	
		Natural Gas	707	(M Nm ³ /y)	6,791	3,610	
		Electricity	169	(GWh/y)	416	221	
		Total				17,196	9,142
Mobarakeh Steel Cmpx	Crude Steel 1,475,200	Kerosene	223	(kl/y)	2	1	
		Gas Oil	18,000	(kl/y)	166	112	
		Natural Gas	1,062	(M Nm ³ /y)	10,408	7,055	
		Electricity	1,126	(GWh/y)	2,534	1,717	
		Total				13,109	8,886
Ahwaz Steel Cmpx	Crude Steel 1,256,000	Kerosene		(kl/y)			
		Gas Oil		(kl/y)			
		Natural Gas	674	(M Nm ³ /y)	6,605	5,259	
		Electricity	1,391	(GWh/y)	3,130	2,492	
		Total				9,735	7,751
Iran Natnl Steel I. G.	Crude Steel 91,835	Kerosene		(kl/y)			
		Gas Oil		(kl/y)			
		Natural Gas	64	(M Nm ³ /y)	627	6,830	
		Electricity	151	(GWh/y)	340	3,700	
		Total				967	10,529
Kavian Steel Co.	Crude Steel	Kerosene		(kl/y)			
		Gas Oil	575	(kl/y)	5	--	
		Natural Gas	31	(M Nm ³ /y)	304	--	
		Electricity	23	(GWh/y)	52	--	
		Total				361	--
Iron & Steel Industry	Crude Steel 4,704,035	Coal	1,301	(1,000t/y)	9,630	2,047	
		Coke	20.5	(1,000t/y)	146	31	
		Tar	-48.9	(1,000t/y)	-430	-91	
		Gas Oil	18,646.0	(1,000kl/y)	814	173	
		Natural Gas	2,538.0	(M Nm ³ /y)	24,735	5,258	
		Electricity	2,860.0	(GWh/y)	6,471	1,376	
		Total				41,365	8,794

Source : Esfahan Steel, Mobarakeh Steel, & Ahwaz Steel

以上の作業の結果を集約すると、イランの鉄鋼業全体のエネルギー消費量は 41,369,000 Gcal/y となる。

この内訳は天然ガス 60 %、石炭 23 %、購入電力 16 % その他 1 % である。

エネルギー原単位の加重平均値は、8,834 Mcal/t-CS であり、最新の製鉄所に比べ 50% 程エネルギーを余分に使用していることになる。

Table 2.2.4 により、製鉄所毎にエネルギー原単位を比較すると、Ahwaz、Mobarakeh、Esfahan の順に悪くなっているが、これは各製鉄所の圧延工程の有無、設備構成の異なること、副生ガスの利用率、自家発電の有無又は依存率、設備稼働率が異なることに主な原因があると思われる。

このうちで、特に自家発電の効率問題について考えるため、Esfahan、Mobarakeh が Ahwaz と同様に自家発電設備を持たなかったと仮定すると、各製鉄所のエネルギー原単位は以下のごとく接近して来る。

Esfahan	8,425 Mcal/t	(= 9,142 - 717)
Mobarakeh	8,003	(= 8,885 - 882)
Ahwaz	7,875	(= 7,875 - 0)

従って、効率の高い自家発電設備を持つことによっても製鉄所全体のエネルギー原単位の向上に大きく寄与することがわかる。

以下に各製鉄所毎に概括的に考察する。

a. Esfahan Steel Complex

Esfahan は工場診断調査を行ったので、各プロセスのエネルギー消費状況が詳しく解析出来、最新の製鉄所のデータと対比しながら省エネルギー技術ポテンシャル及び対策コストが調査出来ており、この結果が Vol.3 1.1 に詳細に記されているのでこれを要約する。

Esfahan 製鉄所は Table 2.2.4 に示すように、石炭を還元剤として使用する高炉法を採っているにもかかわらず、天然ガスの消費量が過大である点が特異的である。

Esfahan 製鉄所のエネルギー原単位は 9.142 Mcal/t-crude steel で、類似の製品

構成の最新の製鉄所の原単位 (5,495 Mcal/t) に比べ 66% エネルギーを余分に消費している。これを天然ガスで補っていることになっている。

この原因は、生産量・設備稼働率及び歩留りのデータはいずれも見劣りがしないのに、エネルギー原単位が悪いのは意外であるが、次の要因が考えられる。

- 1) 高炉の増産指向が強すぎるため、高い燃料比で操業しており、正味消費エネルギー原単位が悪い。
- 2) 炉及び圧延加熱炉の燃料原単位が悪い。
- 3) 一貫製鉄所をエネルギー効率よく操業するには工程間の調整が必要であるが、これが機能していない。
- 4) 副生エネルギーである BFG, COG 及び転炉蒸気が有効に利用されていない。
- 5) 発電所をはじめ、エネルギー設備の効率が低い。

b. Mobarakeh Steel Complex

Mobarakeh 社では訪問調査によって、主要設備の能力及び最近の生産量、燃料及び電力消費状況、電気炉電力原単位 (780kWh/t) とスクラップ使用比率 (15~20%)、発電所の燃料原単位 (320 Nm³/MWh) 等の情報を得たので、設備稼働率を参考に各プロセスの原単位を仮定し、Mobarakeh の燃料バランス及び電力バランス表をつくり、自家発比率を 50% と想定して製鉄所のエネルギー原単位を 8,885 Mcal/t-crude steel と推定した。

尚、もし電力使用量のうち 45% が自家発で発電されているとすれば製鉄所のエネルギー原単位は、9,061 Mcal/t-crude steel となる。

Mobarakeh は、鉄鉱石の還元で天然ガスを使用するいわゆる直接還元法によっており、製鋼工程では電気炉を持っているものの、工場全体で使用する電力の50~60% は天然ガスによる自家発電所から供給しており、実質上エネルギーの大部分を天然ガスに依存している。

最新鋭設備にもかかわらず、エネルギー原単位が Esfahan より若干良好な程度に過ぎない。

DR炉をもつ製鉄所のエネルギー原単位として 6,500 Mcal/t を標準と考えると Mobarakeh は約 37% エネルギーを余分に消費しているが、これは次の理由が考えられる。

- 1) 設備稼働率が低く 1995年でようやく 60 % 台に達したばかりである。
生産が低い状態で全設備を稼働させると、固定的に消費されるエネルギーの割合が増加するので原単位が著しく低下する。
例えば固定的エネルギーの割合が 30% である設備の稼働率が 60% まで下がると、エネルギー原単位は少なくとも 20% 増加する。
- 2) 設備トラブルが多い
ある設備にトラブルが発生すると、その前後工程の設備も稼働率が下がり、エネルギー原単位と歩留りも悪くなる。
- 3) エネルギー多消費型のプロセスが採用されている。天然ガスと電力の価格が安いという事情のもとに設備が計画されたと推定出来る。

C. Khouzestan Steel Co.

Khouzestan Steel Co. (以後 Khouzestan と呼ぶ) は ASCO、INSIG 及び Kavian が 1994年に合併して出来た会社であり、ASCO は圧延工程を持っていないので上流工程のみを受け持ち、INSIG と Kavian にスラブを供給している。

Ahwaz を訪問し、ASCO、INSIG 及び Kavian 3 工場について、生産能力及び 1994年の主要設備の生産量、及び燃料と電力消費量のデータを入手出来たので

Khouzestanとしてまとめると、エネルギー原単位は 8,347 Mcal/t となった。

Khouzestan は自家発電所を持っていないので、電力への依存度が表面的には他の製鉄所に比べ大きい。

C-1 Ahwaz Steel Complex (ASCO)

Khouzestan の中核をなす ASCO のエネルギー原単位を求めると 7,875 Mcal/t となった。

DR プラントの電力原単位が低いのは、蒸気タービン駆動の機器があるためであると推定出来るが、その量は不明である。

ASCO は圧延工程が無いので、原単位目標 6,240 Mcal/t とすると、26% 程多くエネルギーを消費していることになる。

ASCO は Mobarakehと同様に比較的最近稼働した製鉄所であるにもかかわらず原単位が悪いのは次の理由によるものと推定される。

- 1) DR プラントが 7 Plant あるが、Purofer 法、Midrex 法、及び HYL 法と 3 プロセ

スが並存しているが、順調に稼働しているのは Midrex 法の 3 プラントだけである。その他の DR 炉の稼働率が低い。

2) 電気炉の生産性が低く、電力原単位が悪い。

(Table 2.2.5参照)

Table 2.2.5 Energy Consumption of Ahwaz Steel Complex

		Production (1,000t)	Consumption		Intensity	
			Elec. (MWh)	Nat. Gas (1,000Nm ³)	Elec. (kWh/t)	Nat. Gas (Nm ³ /t)
Sintering P.	1993	1,643	99,119	37,433	60.3	22.8
	1994	2,013	128,140	55,941	63.7	27.8
Reduction P1	1993	150	4,405	14,837	29.4	98.9
	1994	198	5,077	12,567	25.6	63.5
Reduction P2	1993	1,003	99,119	248,619	98.8	247.9
	1994	1,140	120,686	312,516	105.9	274.1
Reduction P3	1993	43	3,304	223,726	76.8	5,202.9
	1994	126	4,267	264,952	33.9	2,102.8
Factory	1993	1,008	1,101,332	546,465	1,092.6	542.1
	1994	1,276	1,390,916	673,961	1,090.1	528.2

Source : Ahwaz Steel Complex

C-2 INSIG

INSIG は、小型の電炉 (60t/ch×4) をもち、鉄源として約 90% はスクラップと約 10% の ASCO 還元鉄を使用しピレットとし、丸棒や I ビーム等の型钢とパイプを生産している。不足するピレットは Ahwaz より供給をうけている。

INSIG は鉄鉱石の還元部門を持っていないうえ、ピレットの大半を Ahwaz から供給をうけているので、製品 t 当りのエネルギー原単位を求めると、1,451 Mcal/t となるが、標準的なプラント (880 Mcal/t) と比較すると 65% 省エネルギーの余地がある。

原単位が悪いのは次の理由が考えられる。

- 1) 電気炉の設備トラブルが多く、小型のため電力原単位が悪い。
- 2) 圧延の稼働率が低いため、原単位が悪い。
- 3) 炉の燃焼管理が十分行なわれていない。

C-3 Kavian Steel

Kavian は ASCO から Slab を受け入れ、Slabbing mill で圧延し、Bloom, Slab, Plate (極厚厚板)を生産しているが、その原単位は製品トン当たり 1494 Mcal/t と非常に悪い。100% 冷スラブを圧延するので、標準レベルの工場の原単位を 632 Mcal/t と仮定すると 136 % 余分にエネルギーを消費していることになる。

エネルギー原単位が悪い理由として次の原因が考えられる。

- 1) 燃焼炉の設計燃料原単位が高い。
- 2) 燃焼炉の燃焼管理が十分行われていない。
- 3) 圧延の生産能率 (t/h) が低い。
- 4) 設備トラブルが多い。

2.2.3 省エネルギーポテンシャルと対策コスト

(1) Esfahan Steel Co.

Vol. 3, 1.1 に記載された省エネルギーポテンシャル及び対策コストを一覧表にまとめ、Table 2.2.6 に示す。

この表の各項目を (省エネルギー項目/対策コスト) の順に並べかえて作成した累積曲線を Figure 2.2.4 に示す。

鉄鋼業における省エネルギー技術は Vol. 4 1.4 鉄鋼業の省エネルギー に述べてあるように

- a. 操業・設備の安定化
- b. 安価なエネルギーの選択
- c. 歩留り向上
- d. 操業改善及び設備改善 (生産性 t/h の向上等)
- e. 前工程の鋼材がもつ顕熱の有効利用
- f. 排エネルギーの回収
- g. 設備の連続化、近代化
- h. エネルギー設備の高効率化

が主要テーマである。

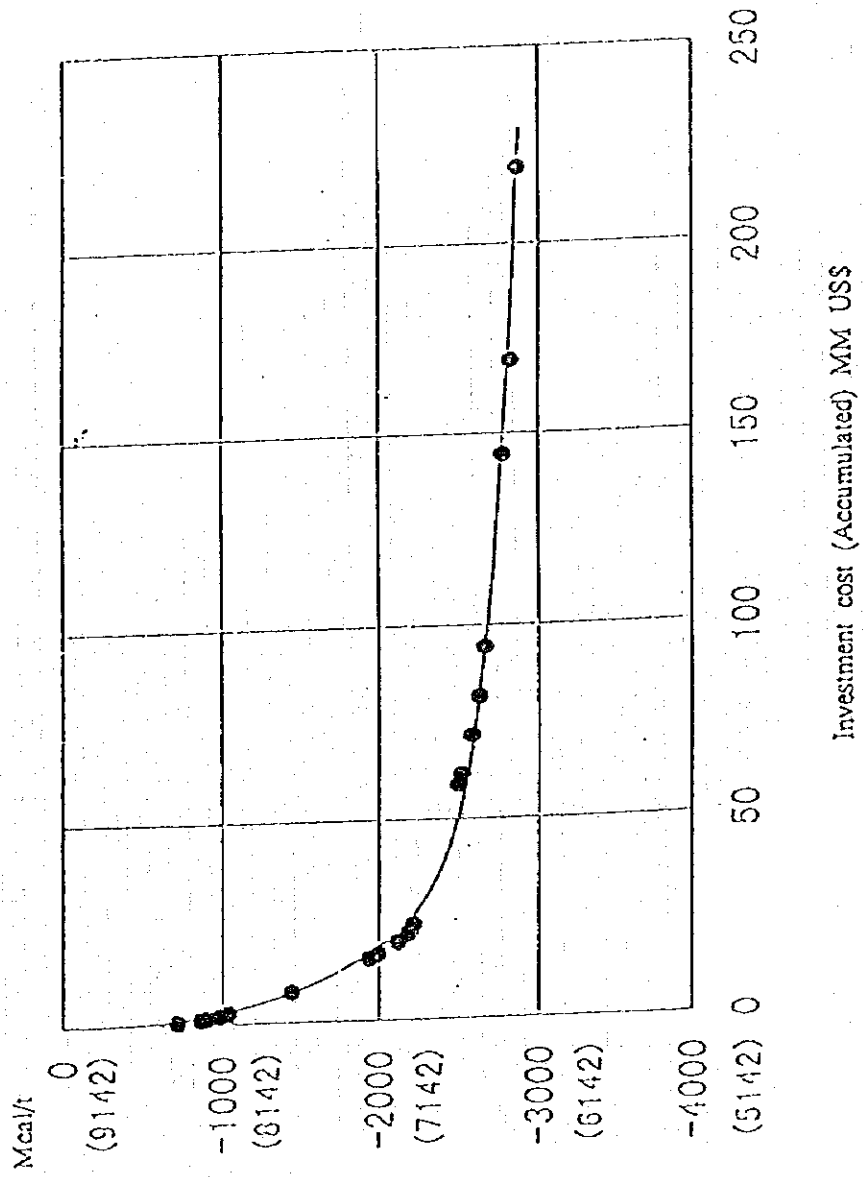
Table 2.2.6 Energy Conservation Potential of Esfahan Steel Complex

Energy Conservation Potential	Saved Energy		Countermeasure
	N.G. (1,000m ³ /y)	Electricity (MWh/y)	Cost (M ¥)
<Improvement of Management>			
(C.O.P)	Air Ratio for Combustion	2,549	0
	Carbonization Temperature	5,501	200
	Steam Utilization Method	7,111	0
(S.P)	Yield Increase	10,252	100
	High Efficiency Burner	11,474	200
	Low Coke Operation	24,413	300
	Prevention of Air Leak		7,104
(B.F)	Production Increase	76,443	500
	Low O ₂ Operation of Hot Oven	2,364	10
(S.M.P)	Converter Yield		
	O ₂ and Electricity		15,424
	Fuel	20,750	0
	Reduction of Fuel	38,785	0
	Boiler Aux. Combustion Method	7,757	0
(R.P)	Process Management	44,828	0
	Reheating Furnace Operation	28,335	50
	Reheating F. Combustion Control	10,572	50
	Hot Charge Ratio	14,802	50
	Yield	5,709	5,948
(C.P.P)	Low O ₂ Combustion et al.	4,073	10
(O ₂ P)	Operation Method		13,167
	Reduction of O ₂ Supply Loss		11,286
	Water Pump Operation Method		13,080
	Sub total	315,718	66,009
			1,510
<Modification of Facility>			
(C.O.P)	Moisture Control Facilities	9,124	1,000
(S.P)	Steam Recovery from Waste Heat	6,592	996
(B.F)	Air Preheater for Hot Oven	3,349	250
(S.M.P)	Exhaust Gas Recovery Equip.	7,757	5,000
(C.P.P)	Efficiency of the BF Blower	54,687	3,500
(T.P.P)	Multi-Purpose Power G.Turbine		(incl. in the above)
(O ₂ P)	Air Compressor Efficiency		39,501
(Other)	BFG, CDG Holder	97,738	800
	Sub total	179,247	40,497
			14,350
<Modification of Process>			
(C.O.P)	Introducing CDQ	22,138	5,000
(B.F)	Introducing TRT		50,641
	Sub total	22,138	50,641
			1,000
			6,000

Note: (Abbreviation) Coke Oven Plant (C.O.P)
 Blast Furnace (B.F)
 Rolling Process (R.P)
 O₂ Plant (O₂P),

Sintering Plant (S.P),
 Steel Making Process(S.M.P)
 Central Power Plant (C.P.P)
 Thermal Power Plant (T.P.P)

Figure 2.2.4 Accumulated Curve of Energy Conservation Potential and Investment Cost (Esfahan)



後述するように a., b., c., g., h. 省エネルギー投資という目的で行われることは少なくないが、は鉄鋼業を経営する企業として戦略的に実施されるので、その省エネルギー効果は莫大である。

d., e. は比較的小さい投資で大きな効果があがるが、f., g. は投資額も効果も大きい。このような事情で Figure 2.2.4 の曲線は現状レベルから 20% 程度エネルギー原単位を下げるにはあまり大きな投資を必要としないのに対して、より以上理想原単位に近づけるにはプロセスの大改造や排熱回収が必要であることを示している。

(2) Mobarakeh Steel Co.

前節で現状の問題点について概括的に考察したが、これに従って省エネルギー対策を以下にあげる。

a. 設備稼働率向上

設備稼働率が低いことが、エネルギー原単位を悪くしている最大の要因であると推定されるので、設備トラブルを減らし安定操業を早く実現し、生産効率を上げ、増産するのがエネルギー原単位低減に著しい効果がある。もし、85% まで稼働率が上がると原単位は現状より 17% 改善出来る。

(マーケットの事情で増産が不可能であれば、目標生産量に相当する設備台数だけを稼働させる。)

設備稼働率を向上するには、オペレーション技術基準、メンテナンス基準の見直しやオペレーターやメンテナンス担当者の教育をはじめ、設備改善・操業改善等多角的な検討・対策が必要である。その成果が即増産効果となってあらわれるので会社の最重要施策として特別にとりあげられるはずである。設備改善等に必要なた設備投資は、ここでは特に省エネルギー対策コストとして計上しない。

b. 操業改善

- 燃料 -

製鉄所には圧延加熱炉の様な燃焼炉や溶鋼鍋、CC、タンディッシュ等の様に高温の溶けた鋼を取り扱う鍋類が沢山あり、製品の加熱又は炉や鍋の乾燥・保熱等の目的で多量の燃料が使用されている。これら燃料を使用する場合には、そのオペレーション基準 (例えば製品の加熱温度、炉の昇温基準、保熱基準等) が制定され、その使用状況が適切かどうか判断するために、必要に応じ温度計や燃焼排ガ

ス中の O_2 計等が設けられている。

しかし、Mobarakeh の天然ガスの使用量はあまりにも多いので、各プロセスでオペレーション基準が守られているかどうかチェックし、もし守られているかどうか判定不可能であれば、オペレーションマニュアルが実行しやすい様に、又はその結果をチェックしやすいように設備改善をすすめる必要がある。

更にもっと少ない燃料で所定の成果が上げられないかどうか操業方法又は操業基準を見直す必要がある。これらの対策コストはきわめて小さい一方、その効果は大きく経験的に製鉄所全体の天然ガスの 5% 程度は削減出来ると推定される。

また、前工程のもつ製品顕熱を有効に利用する方法として、連続鋳造製品スラブの顕熱を利用する Hot charge rolling 等の方法がとられる。

この場合においても燃料を目標通り削減するには、最適な炉への投入熱量パターン (heat pattern) をみつけ出し、圧延速度や非加熱材の温度に応じ、最適なヒートパターンで加熱する技術を習得すれば Reheating furnace の燃料原単位は現状推定原単位 50 Nm³/t から少なくとも 35 Nm³/t まで下がると推定される。

- 電力 -

各プロセスは、ローラーテーブル、コンベア、ポンプ、ファン等のように、製品の搬送、冷却水の昇圧輸送、燃料排ガスの排出、換気等の目的で沢山の電力が使用されている。

電力に関する操業改善は Vol. 4 1.4 鉄鋼業の省エネルギー事例に沢山の事例が掲げているが、再度要約してのべると次の通りである。

- 1) プロセスの Productivity を上げ、もし休止時間が生じたら機器を止める。
- 2) アイドリングを減らす。
- 3) プロセス内の流体の圧力や流量をチェックし、過大な要求スペックが無いかわり調査し、過大であればインペラカットする。
- 4) 同じ仕様のポンプやコンプレッサーは連絡管を設け、運転中の 1 台を止める。
- 5) 並列に運転しているポンプやファンは 1 台止めることを検討する。

特に冷却水ポンプは止めても問題が生じないケースが多い。しかしポンプの能力が低下した為ポンプを余分に運転している場合もあるので、ポンプ能力を調査し、能力が低下していればメンテナンスにより回復させる。

効率よいポンプに取替、あるいは回転数制御等コストのかかる対策をとらなくてもこれらの対策だけで、つまりわずかな費用で経験的に使用電力の少なくとも 10% 程度は削減が維持出来る。

c. 歩留り向上

歩留り向上は、省エネルギー効果として大きい。しかし、Mobarakeh の現状における歩留りについての情報は得られなかったので、省エネルギーポテンシャルの推定は割愛した。

d. 設備改善

Esfahan の例からわかるように、大きな設備投資を伴う省エネルギー投資は、イランでは経済性がないので、省エネルギーポテンシャルの検討からはずした。例えば電気炉において、DC 炉の導入等が考えられるが、イランの電力系統の強さの検討とその費用算定の必要がある上に、そのメリット(最大 60KWh/t 程度)が小さいので検討対象からはずした。

e. 自家発電の効率化

Mobarakeh では 67MW×3 基の発電所の蒸気条件を決定する上で、天然ガス・電力の単価が著しく低いこと、並びにイランの電力事情が悪いことを考慮し、64 kg/cm², 465 °C とする蒸気条件を採用している。加えて大気蒸発冷却方式のコンデンサーを使わざるを得ない地理的条件が加わり、Mobarakeh 自家発電所の Net 燃料原単位(送電端 1kW 当たりの燃料原単位)は 3,564Kcal/kWh と推定されるので、もし全量電力を購入した場合と比較すると、粗鋼 t 当たり 882 Mcal/t エネルギー原単位が悪くなっている。即ち

全量電力を購入した時のエネルギー原単位向上分

= <発電に消費された天然ガス量×9.8-(発電量-所内動力)×2.25>/粗鋼生産量

= <360,182×9.8-(1,125,570-135,068)×2.25>/1,475.2

= 882 Mcal/t-crude steel

製鉄所のエネルギー原単位の向上をはかるためには、自家発電所の高効率化が必須であるが、一旦設置された設備の高効率化をはかるには莫大な投資がかかるの

(3) Khouzestan

3-1 ASCO

a. DR 炉 設備リプレース

恐らく DR 炉だけで全製鉄所のエネルギーの 65% を消費しているが、Purofer 及び HYL 1 type の炉の稼働率が低すぎるので、この炉をリプレースし、製鉄所の稼働率を上げないかぎり、原単位の改善は望めないし増産出来ない。

又は、稼働率の低い炉を思い切って休止し、全体として稼働率の向上をはかるべきである。

b. 電気炉 設備改善

生産能率の向上をはかるべく、トランス容量アップの計画が進行中である (tap-to-tap の短縮)、この他固定損失である冷却損失及び排ガス損失を極力抑えるとともに、コークス投入等の対策をとることにより 100kWh/t の電力原単位低減がはかれる。これらの対策コストは増設対策コストとして計上されるので、省エネ対策コストは不要と考えられる。

c. CC 操業改善

生産性の向上及び鍋・タンディッシュ等の保熱基準の見直しにより、エネルギー消費は削減出来る。

3-2 INSIG

a. 電気炉及びCC

冷却損失や放熱損失等の固定損失を減らすべく、150 t/ch に改造中であるが、同時に生産性 (t/h) を高めるために Tap-to-tap を短くする改造を実施し、かつ電気炉の設備トラブルを減少させ増産対策をとることにより、大幅な省エネルギーを達成出来る。電気炉が安定的に操業出来れば、連铸機のエネルギー原単位も向上する。

b. 圧延

生産性 (t/h) を向上させ、燃焼炉のヒートパターンの見直し及び低空気比等操業改善により大幅な省エネルギーがはかれる。

3-3 Kavian

a. 圧延工程の操業改善

新鋭工場であるので、操業を安定させ、設備稼働率の向上を図ることによって、大幅なエネルギー原単位の改善が達成可能である。

Abwaz、INSIG 及び Kavian 3 工場の省エネルギー対策をまとめ、Table 2.2.8 に示す。

Table 2.2.8 Energy Conservation Potential in Khouzestan Steel Complex

Energy Conservation Potential	Factory	Saved Energy		Countermeasure
		NG 1,000Nm ³ /y	Electricity MWh/y	Cost M US\$
<Improvement of Management>				
(P. P) Improvement of blower and pump efficiency	ASCO		47,512	0.1
(DR. P) Stop or replacement of old type DR plant	ASCO	150,782		
(S.M.P) Increasing of productivity of EAF	ASCO	6,654	133,080	
Increasing productivity of CC	ASCO	6,280	12,560	
(Sub total)		163,716	193,152	0.1
<Improvement of Management>				
(S.M.P) Increasing of EAF productivity	INSIG		7,785	-
Stability of EAF	INSIG	973	7,785	-
Increasing of productivity of CC by Stability of	INSIG	918	918	-
(P. M) Increasing of pipe mill productivity	INSIG	613	1,886	-
Improvement of furnace operation	INSIG	471		-
(R.R.M) Increasing of round rolling mill productivity	INSIG	7,397	7,767	-
Improvement of furnace operation	INSIG	7,397		-
(B.R.M) Increasing of beam rolling mill productivity	INSIG	5,749	6,036	-
Improvement of furnace operation	INSIG	5,749		-
(Sub total)		29,267	32,177	0
<Improvement of Management>				
(R. M) Improvement of rolling mill furnace operation	Kavian	2,395		-
Improvement of rolling mill productivity	Kavian	6,227	5,029	-
(Sub total)		8,622	5,029	
<Modification of Facility>				
(R. M) Improvement of rolling mill furnace	Kavian	7,185		0.5
(Sub total)		7,185		0.5

Note : (Abbreviation) Pelletizing Plant (P.P)
Steel Making Process (S.M.P)
Round Rolling Mill (R.R.M)
Plate & Slab Rolling Mill(R. M)

Direct Reduction Plant (DR. P)
Pipe Mill (P. M)
Beam Rolling Mill(B.R.M)

2.2.4 省エネルギーポテンシャルの経済評価

前節であげた省エネルギーポテンシャルについて、2000年時点で対策を実施するとして、次の2ケースの経済性を検討した。

ケース1：省エネルギー促進ケース

ケース2：省エネルギー・ケース

各ケースにおけるエネルギー価格は、Table 2.1.2 に示す値を用い、Rial の対 US\$ レートは1993年の 1,750 Rial/US\$ とした。

検討結果を Table 2.2.9, Table 2.2.10 に示す。

Table 2.2.9-1 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Esfahan Steel)

A. E. C. Case (Natural Gas 123 Rial/Nm³, Electricity 100 Rial/kWh)
(1,750 Rial/US\$)

(1/2)

Energy Conservation Potential	Factory	N.G.		Benefit		Countermeasure Cost		Economic Evaluation	Note
		(1,000m ³ /y)	(MWh/y)	(M Rial/y)	(M Rial)	(M ¥)	(M Rial)		
<Improvement of Management>									
(C.O.P) Air Ratio for Combustion	Esfahan Steel	2,549		314	778	1,925	0	0	feasible
Carbonization Temperature	Esfahan Steel	5,501		677	1,678	4,154	200	3,500	feasible for 10 Ys.
Steam Utilization Method	Esfahan Steel	7,111		875	2,169	5,371	0	0	feasible
(S.P) Yield Increase	Esfahan Steel	10,252		1,261	3,127	7,742	100	1,750	feasible
High Efficiency Burner	Esfahan Steel	11,474		1,411	3,500	8,665	200	3,500	feasible
Low Coke Operation	Esfahan Steel	24,413		3,003	7,447	18,438	300	5,250	feasible
Prevention of Air Leak	Esfahan Steel		7,104	710	1,762	4,362	30	525	feasible
(B.F) Production Increase	Esfahan Steel	76,443		9,403	23,318	57,731	500	8,750	feasible
Low O ₂ Operation of Hot Oven	Esfahan Steel	2,364		291	721	1,786	10	175	feasible
(S.M.P) Converter Yield	Esfahan Steel								
O ₂ and Electricity			15,424	1,542	3,825	9,470	0	0	feasible
Fuel		20,750		2,552	6,330	15,671	0	0	feasible
Reduction of Fuel	Esfahan Steel	38,785		4,770	11,831	29,291	0	0	feasible
Boiler Aux. Combustion Method	Esfahan Steel	7,757		954	2,366	5,858	0	0	feasible
(R.P) Process Management	Esfahan Steel	44,828		5,514	13,674	33,855	0	0	feasible
Reheating Furnace Operation	Esfahan Steel	28,335		3,485	8,643	21,399	50	875	feasible
Reheating F. Combustion Control	Esfahan Steel	10,572		1,300	3,225	7,984	50	875	feasible
Hot Charge Ratio	Esfahan Steel	14,802		1,821	4,515	11,179	50	875	feasible
Yield	Esfahan Steel	5,709	5,948	1,297	3,217	7,964	0	0	feasible
(C.C.P) Low O ₂ Combustion et al.	Esfahan Steel	4,073		501	1,242	3,076	10	175	feasible
(O ₂ P) Operation Method	Esfahan Steel			1,317	3,265	8,085	0	0	feasible
Reduction of O ₂ Supply Loss	Esfahan Steel		11,286	1,129	2,799	6,930	0	0	feasible
Water Pump Operation Method	Esfahan Steel		13,080	1,308	3,244	8,031	10	175	feasible

continued

(1,750 Rial/US\$) (2/2)

Energy Conservation Potential	Benefit			Countermeasure Cost		Economic Evaluation	Note
	Factory	N.G. Electricity (MWh/y)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)	(M Y)		
<Modification of Facility>							
(C.O.P) Moisture Control Facilities	Esfahan Steel	9,124	1,122	2,783	6,891	1,000	17,500 not feasible
(S.P) Steam Recovery from Waste Heat	Esfahan Steel	6,592	910	2,258	5,590	1,300	22,750 not feasible
(B.F) Air Preheater for Hot Oven	Esfahan Steel	3,349	412	1,022	2,529	250	4,375 not feasible
(S.M.P) Exhaust Gas Recovery Equip.	Esfahan Steel	7,757	954	2,366	5,858	5,000	87,500 not feasible
(C.C.P) Efficiency of the BF Blower	Esfahan Steel	54,687	6,726	16,682	41,301	3,500	61,250 not feasible
(T.P.P) Multi-Purpose Power G.Turbine	Esfahan Steel		(incl. in the above)				
(O ₂ P) Air Compressor Efficiency	Esfahan Steel		39,501	9,796	24,254	2,500	43,750 not feasible
(Other) BFG, CDG Holder	Esfahan Steel	97,738	12,022	29,814	73,814	800	14,000 feasible
<Modification of Process>							
(C.O.P) Introducing CDQ	Esfahan Steel	22,138	2,723	6,753	16,719	5,000	87,500 not feasible
(B.F) Introducing TRT	Esfahan Steel		50,641	12,559	31,094	1,000	17,500 feasible for 10 Ys.

Note : (Abbreviation) Coke Oven Plant (C.O.P), Sintering Plant (S.P), Blast Furnace (BF), Steel Making Process (S.M.P)
 Rolling Process (R.P), O₂ Plant (O₂ P), Blast & Power Plant (BFP), Thermal Power Plant (T.P.P)

Table 2.2.9-2 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Esfahan Steel)
E. C. Case

(Natural Gas 22.4 Rial/Nm³, Electricity 40.7 Rial/KWh, for 2000-2002)
(Natural Gas 30.0 Rial/Nm³, Electricity 54.5 Rial/KWh, for 2000-2009)
(1,750 Rial/US\$)

(1/2)

Energy Conservation Potential	Factory	Benefit			Countermeasure Cost			Economic Evaluation	Note	
		N.G. (1,000m ³ /Y)	Electricity (MWh/Y)	for 3 years (M Rial/y)	for 10 years (M Rial)	(M Y)	(M Rial)			
<Improvement of Management>	(C.O.P) Air Ratio for Combustion	Esfahan Steel	2,549		57	142	470	0	0	feasible
	Carbonization Temperature	Esfahan Steel	5,501		123	306	1,013	200	3,500	not feasible
	Steam Utilization Method	Esfahan Steel	7,111		159	395	1,310	0	0	feasible
	Yield Increase	Esfahan Steel	10,252		230	569	1,888	100	1,750	feasible for 10 Ys.
	High Efficiency Burner	Esfahan Steel	11,474		257	637	2,114	200	3,500	not feasible
	Low Coke Operation	Esfahan Steel	24,413		547	1,356	4,497	300	5,250	not feasible
	Prevention of Air Leak	Esfahan Steel		7,104	289	717	2,377	30	525	feasible
	Production Increase	Esfahan Steel	76,443		1,712	4,247	14,081	500	8,750	feasible for 10 Ys.
	Low O ₂ Operation of Hot Oven	Esfahan Steel	2,364		53	131	435	10	175	feasible for 10 Ys.
	(S.M.P) Converter Yield	Esfahan Steel		15,424	628	1,557	5,161	0	0	feasible
(R.P)	O ₂ and Electricity			465	1,153	3,822	0	0	0	feasible
	Fuel		20,750	869	2,155	7,144	0	0	0	feasible
	Reduction of Fuel	Esfahan Steel	38,785		174	431	1,429	0	0	feasible
	Boiler Aux. Combustion Method	Esfahan Steel	7,757		1,004	2,490	8,257	0	0	feasible
	Process Management	Esfahan Steel	44,828		635	1,574	5,219	50	875	feasible
	Reheating Furnace Operation	Esfahan Steel	28,335		237	587	1,947	50	875	feasible for 10 Ys.
	Reheating F. Combustion Control	Esfahan Steel	10,572		332	822	2,726	50	875	feasible for 10 Ys.
	Hot Charge Ratio	Esfahan Steel	14,802		370	918	3,042	0	0	feasible
	Yield	Esfahan Steel	5,709	5,948	91	226	750	10	175	feasible
	(C.C.P) Low O ₂ Combustion et al.	Esfahan Steel	4,073		536	1,329	4,406	0	0	feasible
(O ₂ P)	Operation Method	Esfahan Steel		11,286	459	1,139	3,777	0	0	feasible
	Reduction of O ₂ Supply Loss	Esfahan Steel		13,080	532	1,320	4,377	10	175	feasible
Water Pump Operation Method	Esfahan Steel									

continued

(1,750 Rial/US\$) (2/2)

Energy Conservation Potential	Benefit		Countermeasure Cost		Economic Evaluation	Note
	N.G. (1,000m ² /y)	Electricity (MWh/y)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)		
Factory						
<Modification of Facility>						
(Other) BFG, CDG Holder	Esfahan Steel	97,738	2,189	5,430	18,003	800 14,000 feasible for 10 Ys.
<Modification of Process>						
(B.F) Introducing TRI	Esfahan Steel		2,061	5,111	16,946	1,000 17,500 not feasible

Note : (Abbreviation) Coke Oven Plant (C.O.P), Sintering Plant (S.P), Blast Furnace (BF), Steel Making Process (S.M.P)
 Rolling Process (R.P)

Table 2.210-1 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Mobarakeh/Khouzestan Steel)
A. E. C. Case (Natural Gas 123 Rial/Nm³, Electricity 100 Rial/kWh)

Energy Conservation Potential	Factory	N.G. (1,000m ³ /y)	Electricity (MWh/y)	Benefit		Countermeasure Cost		Economic Evaluation Note	
				(1,750 Rial/US\$)		(M US\$) (M Rial)			
				for 3 years (M Rial/y)	for 10 years (M Rial)	(M US\$)	(M Rial)		
<Improvement of Management>									
(P.P) Increasing of productivity	Mobarakeh		21,240	2,124	5,268	13,041	0	0	feasible
(DR.P) Stability of DR plant operation	Mobarakeh	64,984	48,738	12,867	31,910	79,002	0	0	feasible
(S.M.P) Stability of EAF operation	Mobarakeh	7,672	122,752	13,219	32,783	81,164	0	0	feasible
Improvement of EAF heat loss	Mobarakeh		46,032	4,603	11,416	28,264	0	0	feasible
Stability of CC	Mobarakeh	7,376	14,752	2,382	5,908	14,628	0	0	feasible
(H.R) Increasing of productivity	Mobarakeh		54,872	5,487	13,698	33,691	0	0	feasible
Furnace operation improvement	Mobarakeh	20,577		2,531	6,277	15,540	0.5	875	feasible
(C.R) Increasing of productivity	Mobarakeh		12,675	1,268	3,143	7,782	0	0	feasible
Furnace operation improvement	Mobarakeh	2,535		312	773	1,914	0	0	feasible
(Others) Pump and blower operation	Mobarakeh		26,554	2,655	6,585	16,304	0.1	175	feasible
(P.P) Blower and pump efficiency	ASCO		47,512	4,751	11,783	29,172	0.1	175	feasible
(DR.P) Stop of old type DR plant	ASCO	150,782		18,546	45,995	113,874	0	0	feasible
(S.M.P) Productivity of EAF	ASCO	6,654	133,080	14,126	35,034	86,736	0	0	feasible
Increasing productivity of CC	ASCO	6,280	12,560	2,028	5,031	12,455	0	0	feasible

continued

Energy Conservation Potential	Factory	Benefit				Countermeasure Cost		Economic Evaluation Note
		N.G. (1,000m ³ /y)	Electricity (MWh/y)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)	(M US\$)	(M Rial)	
(S.M.P) Increasing of EAF productivity	INSIG	7,785	779	1,931	4,780	0	0	feasible
Stability of EAF	INSIG	973	898	2,227	5,515	0	0	feasible
Productivity increase of CC	INSIG	918	205	508	1,257	0	0	feasible
(P.M) Pipe mill productivity	INSIG	613	1,886	655	1,621	0	0	feasible
Furnace operation	INSIG	471	58	144	356	0	0	feasible
(R.R.M) Round rolling mill productivity	INSIG	7,397	7,767	4,183	10,355	0	0	feasible
Furnace operation improvement	INSIG	7,397	910	2,256	5,586	0	0	feasible
(B.R.M) Beam rolling mill productivity	INSIG	5,749	6,036	3,251	8,048	0	0	feasible
Furnace operation improvement	INSIG	5,749	707	1,754	4,342	0	0	feasible
(R.M) Rolling mill furnace operation	Kavian	2,395	295	731	1,809	0	0	feasible
Rolling mill productivity	Kavian	6,227	5,029	3,147	7,791	0	0	feasible
<Modification of Facility>								
(DR.P) Waste heat recovery	Mobarateh	32,492	3,997	9,911	24,539	15.0	26,250	not feasible
(R.M) Rolling mill furnace	Kavian	7,185	884	2,192	5,426	0.5	875	feasible
<Modification of Process>								
(P.P) Replacement to high eff. P.P	Mobarateh	121,562	33,767	45,455	112,539	70.0	122,500	not feasible

Table 2.2.10-2 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry (Mobarakeh/Khouzestan Steel)

E. C. Case

(Natural Gas 22.4 Rial/Nm³, Electricity 40.7 Rial/kWh, for 2000-2002)

(Natural Gas 30.0 Rial/Nm³, Electricity 54.5 Rial/kWh, for 2000-2009)

(1,750 Rial/US\$)

(1/2)

Energy Conservation Potential	Factory	N.G. (1,000m ³ /y)	Benefit			Countermeasure Cost		Economic Evaluation Note	
			Electricity (MWh/y)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)	(M US\$)	(M Rial)		
<Improvement of Management>									
(P.P) Increasing of productivity	Mobarakeh		21,240	864	2,144	7,108	0	0	feasible
(DR.P) Stability of DR plant operation	Mobarakeh		48,738	3,439	8,529	28,279	0	0	feasible
(S.M.P) Stability of EAF operation	Mobarakeh		122,752	5,168	12,816	42,490	0	0	feasible
Improvement of EAF heat loss	Mobarakeh		46,032	1,874	4,646	15,404	0	0	feasible
Stability of CC	Mobarakeh		14,752	766	1,899	6,295	0	0	feasible
(H.R) Increasing of productivity	Mobarakeh		54,872	2,233	5,539	18,362	0	0	feasible
Furnace operation improvement	Mobarakeh	20,577		461	1,143	3,790	0.5	875	feasible
(C.R) Increasing of productivity	Mobarakeh		12,675	516	1,279	4,241	0	0	feasible
Furnace operation improvement	Mobarakeh	2,535		57	141	467	0	0	feasible
(Others) Improvement of pump and blower operation	Mobarakeh		26,554	1,081	2,680	8,886	0.1	175	feasible
(P.P) Blower and pump efficiency	ASCO		47,512	1,934	4,796	15,899	0.1	175	feasible
(DR.P) Stop of old type DR plant	ASCO	150,782		3,378	8,376	27,774	0	0	feasible
(S.M.P) Productivity increase of EAF	ASCO	6,654	133,080	5,565	13,802	45,758	0	0	feasible
Increasing productivity of CC	ASCO	6,280	12,560	652	1,617	5,360	0	0	feasible

Energy Conservation Potential	Factory	N.G. (1,000m ³ /y)	Benefit			Countermeasure Cost		Economic Evaluation Note
			Electricity (MWh/y)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)	(M US\$)	(M Rial)	
(S.M.P) Increasing of EAF productivity	INSIG		7,785	779	1,931	4,780	0	feasible
Stability of EAF	INSIG	973	7,785	339	840	2,784	0	feasible
Productivity increase of CC	INSIG	918	918	58	144	476	0	feasible
(P. M) Pipe mill productivity	INSIG	613	1,886	90	224	744	0	feasible
Furnace operation	INSIG	471		11	26	87	0	feasible
(R.R.M) Round rolling mill productivity	INSIG	7,397	7,767	482	1,195	3,962	0	feasible
Furnace operation improvement	INSIG	7,397		166	411	1,363	0	feasible
(B.R.M) Beam rolling mill productivity	INSIG	5,749	6,036	374	929	3,079	0	feasible
Furnace operation improvement	INSIG	5,749		129	319	1,059	0	feasible
(R.M) Rolling mill furnace operation	Kavian	2,395		54	133	441	0	feasible
Increasing of plate mill productivity	Kavian	6,227	5,029	344	854	2,830	0	feasible
<Modification of Facility>								
(R.M) Improvement of R. mill furnace	Kavian	7,185		161	399	1,323	0.5	875 feasible for 10 Ys.

この結果を要約すると、

ケース1で経済性のある省エネルギーポテンシャルは

Esfahan Steel	Natural Gas	413,456 * 1,000m ³ /y	(23.5 %)
	Electricity	116,650 MWh/y	(69.0 %)
Mobarakeh/Khouzestan Steel	Natural Gas	311,934 * 1,000m ³ /y	(16.9 %)
	Electricity	577,973 MWh/y	(21.3 %)

ケース2で経済性のある省エネルギーポテンシャルは

Esfahan Steel	Natural Gas	372,068 * 1,000m ³ /y	(21.2 %)
	Electricity	66,009 MWh/y	(39.0 %)
Mobarakeh/Khouzestan Steel	Natural Gas	296,074 * 1,000m ³ /y	(16.0 %)
	Electricity	565,413 MWh/y	(20.9 %)

(註) 上記表に於ける括弧内数値は、省エネルギー率 (予測値)

なお、ここで注意しなければならないのは、設備稼働率向上または生産性の向上によるもの等は、計算上は充分経済性があるものでも、製品の市場での制約等を考慮すると直ちに100%実施できないものもあり、また、運転技術の確立には時間がかかることも考慮せねばならない。