

国際協力事業団

ポーランド共和国

経済省

ポーランド省エネルギー公社

ポーランド国 省エネルギー計画マスタープラン調査 最終報告書

I 調査の内容

II 産業部門における省エネルギー マスタープラン

1999年6月

JICA LIBRARY



J1151177(1)

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

鉱調工

JR

99-114 (1/4)

3
1
1

国際協力事業団

ポーランド共和国

経済省

ポーランド省エネルギー公社

ポーランド国
省エネルギー計画マスタープラン調査
最終報告書

I 調査の内容

II 産業部門における省エネルギー
マスタープラン

1999年6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



1151177 (1)

序 文

日本国政府は、ポーランド共和国政府の要請に基づき、同国の省エネルギーにかかる開発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いたしました。

当事業団は、平成9年3月から平成11年3月まで、5回にわたり財団法人省エネルギーセンター竹村洋三氏を団長とし、同財団と財団法人日本エネルギー経済研究所の団員により構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ポーランド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、調査のご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成11年6月

藤田 公郎

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

目 次

I 調査の内容

1. 調査の内容

- 1.1 調査の背景
- 1.2 調査の目的
- 1.3 カウンターパート
- 1.4 日本側実施体制
- 1.5 調査の内容
- 1.6 調査の項目
- 1.7 調査対象機関・工場
- 1.8 測定用機材
- 1.9 調査団名簿
- 1.10 カウンターパート名簿
- 1.11 ステアリングコミッティ名簿
- 1.12 アドバイザリコミッティ名簿

II 産業部門における省エネルギー・マスタープラン

1. エネルギー需給の推移と省エネルギー政策の展開
 - 1.1 エネルギー需給の推移と現状
 - 1.2 省エネルギー政策の展開

2. 対象産業ならびに機器におけるエネルギー消費の現状の分析
 - 2.1 はじめに
 - 2.2 対象産業におけるエネルギー消費の推定
 - 2.3 対象機器におけるエネルギー消費の推定

3. 省エネルギー政策ならびに省エネルギー促進のためのシナリオの検討
 - 3.1 はじめに
 - 3.2 省エネルギー「対策」と省エネルギー「政策」
 - 3.3 省エネルギー「政策」策定のための「対策」についての具体的・实际的検討
 - 3.4 省エネルギー政策についての基本的検討
 - 3.5 省エネルギー政策シナリオの設定

<付録> 省エネルギー政策の理論的な根拠についての検討

4. 省エネルギー対策の経済評価
 - 4.1 評価の方法
 - 4.2 工場における省エネルギー対策の経済評価
 - 4.3 機器における省エネルギー対策の経済評価

5. 対象産業・機器における将来のエネルギー消費原単位の推定
 - 5.1 推定の方法
 - 5.2 対象産業についての推定結果
 - 5.3 対象機器についての推定結果

6. 対象産業および機器における省エネルギー・ポテンシャル
 - 6.1 対象産業における生産量の見通し

6.2 対象産業における省エネルギー・ポテンシャルの推定

6.3 対象機器における省エネルギー・ポテンシャルの推定

7. 省エネルギーによる環境改善効果

7.1 はじめに

7.2 大気汚染と大気汚染防止政策の現状

7.3 温暖化ガスと大気汚染物質の排出係数の推定

7.4 対象産業における温暖化ガスと大気汚染物質の排出量の見通し

8. 省エネルギー政策の費用・便益分析による「政策シナリオの評価」

8.1 分析の目的と方法

8.2 費用の推定

8.3 便益の推定

8.4 分析結果の評価

9. マクロ経済およびエネルギー需給の予測による「政策シナリオの評価」

9.1 エネルギー需給予測モデルの開発

9.2 シミュレーション

9.3 省エネルギー政策へのインプリケーション

Appendix 9-1 List of the Equations for the MEMP : Macro-economic and Energy

Supply/Demand Model for Poland

Appendix 9-2 Energy Balance Table in Poland (JICA Version)

Appendix 9-3 Macro-economic Data for the Model

10. 省エネルギー・マスタープランの取りまとめと

アクションプラン・優先プロジェクトの提案

10.1 政策シナリオの総合的評価

10.2 マスタープラン取りまとめにあたって考慮すべき点

----日本の経験とポーランドの直面する問題----

10.3 マスタープランの取りまとめ

10.4 アクション・プランの提案

10.5 優先プロジェクトの提案

List of Tables

II MASTER PLAN FOR ENERGY CONSERVATION IN THE INDUSTRIAL SECTOR

Table 1.1	GDE and Economic Indicators
Table 1.2	Trend of Primary Energy Supply
Table 1.3	Final Energy Consumption
Table 1.4	Energy Demand in the Industrial Sector
Table 2.1	Energy Consumption and Energy Intensity in Targeted Industries in 1997
Table 2.2	Comparison of Estimated Energy Intensities for Manufacturing Dairy Products in Poland and Japan in 1997
Table 2.3	Energy Consumption in Seven Types of Equipment in Targeted Industries in 1997
Table 3.1	Grouping of Factories into NY and AI
Table 3.2	Obstacles to Promoting Energy Conservation in Factories
Table 3.3	Technical and Governmental Measures for Promoting Energy Conservation in Factories by Level
Table 3.4	Scenarios for Promoting Energy Conservation in Targeted Sectors
Table 3.5	Scenarios on Prices of Energy Carriers
Table 4.1	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Iron & Steel Industry
Table 4.2	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Ammonia Industry
Table 4.3	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Truck Industry
Table 4.4	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Tractor Industry
Table 4.5	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Glass Industry
Table 4.6	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Silica Lime Block Industry
Table 4.7	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Vegetable Oil Industry
Table 4.8	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Meat Products Industry
Table 4.9	Economic Evaluation of Technical Measures for Energy Conservation in the Dairy Products Industry
Table 5.1	Effect of Technical Measures on the Energy Intensity by Component of Scenarios in Targeted Industries
Table 5.2	Effect of Technical Measures on the Energy Intensity by Component of Scenarios in Targeted Equipment
Table 6.1.1	Production Forecast for the Steel Industry
Table 6.1.2	Forecast for Ammonia Production
Table 6.1.3	Production Forecast for Tractor and Truck Production
Table 6.1.4	Production Forecast for Glass Products

Table 6.1.5	Production Forecast for Silicate Lime Block Product
Table 6.1.6	Forecast for Vegetable Oil Production
Table 6.1.7	Forecast for Meat and Poultry Production
Table 6.1.8	Forecast for Dairy Products Production
Table 6.2.1	Energy Demand Forecast for the Steel Industry
Table 6.2.2	Energy Demand Forecast for the Ammonia Industry
Table 6.2.3	Energy Demand Forecast for the Tractor Industry
Table 6.2.4	Energy Demand Forecast for the Truck Industry
Table 6.2.5	Energy Demand Forecast for the Glass Industry
Table 6.2.6	Energy Demand Forecast for the Silica Lime Block
Table 6.2.7	Energy Demand Forecast for the Vegetable Oil Industry
Table 6.2.8	Energy Consumption in the Meat and Meat Products Industry
Table 6.2.9	Energy Demand Forecast for the Meat and Meat Products Industry
Table 6.2.10	Energy Demand Forecast for the Dairy Products Industry
Table 6.2.11	Simulation Results of Energy Intensity by Industrial Sector and Sub-sector
Table 6.2.12	Estimated Future Energy Consumption for Each Targeted Industrial Sector
Table 6.3.1	Energy Consumption in Seven Types of Equipment in Targeted Industries in 1997, 2000, and 2003
Table 7.2.1	Emission of Air Pollutants of Poland
Table 7.2.2	Annual Emissions of Sulphur Oxides by Source (1990-1996)
Table 7.2.3	Annual Emissions of Nitrogen Oxides by Source (1990-1996)
Table 7.2.4	Annual Emissions of Dust by Source (1990-1996)
Table 7.2.5	National Ambient Air Quality Standards for the Main Air Pollutants in Poland (1)
Table 7.2.6	National Ambient Air Quality Standards for the Main Air Pollutants in Poland (2)
Table 7.2.7	Ambient Air Quality Standards in Japan
Table 7.2.8	Selected Main Measures in the Air Protection
Table 7.3.1	Emission Factors for Chosen Fuels for Targeted Sectors and Sub-sectors
Table 8.1	Estimate of Administration Costs
Table 8.2	Comparison of Two Scenarios on the "Cost/benefit analysis"
Table 8.3	Sensitivity Analysis of the Effect of Two Components on the Benefit
Table 9.1	Code of Variables in the Energy Balance Table
Table 9.2	Assumption for Simulation in Reference Case
Table 9.3	Simulation Result of GDP Component (Reference Scenario)
Table 9.4	Government Financial Balance
Table 9.5	Simulation Result of the Primary Energy Requirement (Reference Scenario)
Table 9.6	Simulation Result of the Final Energy Demand (Reference Scenario)
Table 9.7	Simulation Result of Energy Demand in the Industrial Sector (Reference Scenario)
Table 9.8	Assumption of Simulation for the Energy Conservation Scenarios
Table 9.9	Energy Intensities Adopted in the EC and AEC Scenarios
Table 9.10	Simulation Results of GDP for the Energy Conservation Scenarios
Table 9.11	Simulation Results of Final Energy Consumption
Table 9.12	Energy Price Impacts on Macro-economy
Table 9.13	Energy Price Impacts on Energy Demand
Table 9.14	Demand Elasticity to Price and Income

Table 10.1	Estimated Costs and Expenditures for Energy Conservation in Manufacturing Industries and Assumed Amount to be Financed through International Cooperation
Table 10.2	Comparison of Three Scenarios on the "Macro-Analysis"
Table 10.3	A Program on Implementing Governmental Measures and Preparing Institutions and Organizations by Term
Table 10.4	Possible Cooperation with Foreign Governments and International Organizations
Table 10.5	Action Plan Implementation Schedule

List of Figures

I DESCRIPTION OF THE STUDY

Figure 1.1 Overview of the Study

II MASTER PLAN FOR ENERGY CONSERVATION IN THE INDUSTRIAL SECTOR

- Figure 1.1 Trends of GDP
- Figure 1.2 Composition of Economic Growth
- Figure 1.3 Trends of Primary Energy Requirement
- Figure 1.4 Decline of Coal Consumption between 1987 to 1995
- Figure 1.5 Factors Behind the Declining of the Primary Energy Requirement
- Figure 1.6 Declining of the Energy/GDP Intensity and its Contribution by Sector
- Figure 1.7 Trends of Final Energy Consumption
- Figure 1.8 Trends of Energy Consumption in the Industrial Sector
- Figure 1.9 Factor Analysis of Demand Changes in the Industrial Sector
- Figure 1.10 Composition of Factors of Demand Changes in the Industrial Sector
- Figure 1.11 Trends of Domestic Energy Prices for Industry
- Figure 1.12 Trends of CO₂ Emissions and Contributing Factors
- Figure 4.1 Typical "Blast Furnace Process" in Japan
- Figure 4.2 Typical Ammonia Process via Steam Reforming
- Figure 4.3 Production Process of Sheet Glass
- Figure 4.4 The Main Processes of Soya Bean Extraction
- Figure 4.5 Usual Processes in Oil Refining, and Production of Shortening Oils and Margarine
- Figure 4.6 Schematic Material and Energy Flow of Typical Poultry Processing Plant
- Figure 4.7 An Example of Industrial Processes for Meat Products
- Figure 4.8 Liquid Milk Processes: Milk, Butter, Milk Powder
- Figure 4.9 Cheese-making Processes
- Figure 5.1 The Effects of the Four Component in the Scenarios on Changes in Energy Intensity
- Figure 6.1.1 Indicators of Production of Crude Steel with GDP
- Figure 6.1.2 Indicators of Production of Tractors and Trucks
- Figure 6.1.3 Indicators of Production of Glass Products
- Figure 6.1.4 Indicators of Income per Capita and Output of Vegetable Oil Production
- Figure 6.1.5 Indicators of Production of Meat Products
- Figure 6.2.1 Indicators of Energy Use & Output of the Iron and Steel Industry
- Figure 6.2.2 Fuel Consumption in the Iron and Steel Industry
- Figure 6.2.3 Electricity Consumption in the Iron and Steel Industry
- Figure 6.2.4 Indicators of Energy Intensity and Output of the Ammonia Industry
- Figure 6.2.5 Products Supply & Energy Intensity for the Ammonia Industry
- Figure 6.2.6 Total Energy Consumption in the Ammonia Industry
- Figure 6.2.7 Indicators of Energy Intensity of the Tractor Industry
- Figure 6.2.8 The Potential of Energy Saving in the Tractor Industry
- Figure 6.2.9 The Relationship between Output and Energy Intensity in the Truck Industry
- Figure 6.2.10 Total Energy Consumption of the Truck Industry
- Figure 6.2.11 Fuel Consumption in the Glass Industry

- Figure 6.2.12 Electricity Consumption in the Glass Industry
- Figure 6.2.13 Fuel Consumption in the Silicate Lime Block Industry
- Figure 6.2.14 Electricity Consumption in the Silicate Lime Block Industry
- Figure 6.2.15 Indicators of Energy Use and Output of the Vegetable Oil Industry
- Figure 6.2.16 Fuel Consumption in the Vegetable Oil Industry
- Figure 6.2.17 Electricity Consumption in the Vegetable Oil Industry
- Figure 6.2.18 Fuel Consumption in the Meat Products Industry
- Figure 6.2.19 Electricity Consumption in the Meat Products Industry
- Figure 6.2.20 Total Energy Consumption in the Dairy Products Industry
- Figure 6.2.21 Electricity Consumption in the Dairy Products Industry
- Figure 6.2.22 Estimated Future Energy Consumption by Sector
- Figure 6.2.23 Energy Saving by Targeted Sector
- Figure 6.3.1-1 Energy Demand Forecasting for 4 Electricity-related Equipment
- Figure 6.3.1-2 Energy Demand Forecasting for 3 Heat-related Equipment
- Figure 6.3.2-1 Potential of Energy Conservation of 4 Electricity-related Equipment
- Figure 6.3.2-2 Potential of Energy Conservation of 3 Heat-related Equipment
- Figure 7.1.1 Methodology of the Study
- Figure 7.2.1 Changes in Emissions of Pollutants between 1990 and 1996 against GDP
- Figure 7.2.2 Pollutants Emissions Per Primary Energy Supply
- Figure 7.2.3 Share of CO₂ in Different Economic Sectors
- Figure 7.2.4 Trend of Annual Concentration of Sulfur Dioxide from 1993 to 1997
- Figure 7.2.5 Annual and Seasonal Mean SO₂ Concentrations in 1997 Determined from Measurements in the National Network of Basic Stations of Poland
- Figure 7.2.6 Trend of Annual Concentration of Nitrogen Dioxide from 1993 to 1997
- Figure 7.2.7 Annual and Seasonal Mean NO₂ Concentrations in 1997 Determined from Measurements in the National Network of Basic Stations of Poland
- Figure 7.2.8 Ratio of Annual Mean to the Permissible Concentrations D_a for the Main Air Pollutants in 1997
- Figure 7.2.9 Organization Chart of Environment Management in Poland
- Figure 7.4.1 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Iron and Steel Industry
- Figure 7.4.2 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Ammonia Industry
- Figure 7.4.3 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Tractor Industry
- Figure 7.4.4 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Truck Industry
- Figure 7.4.5 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Glass Industry
- Figure 7.4.6 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Silicate Lime Block Industry
- Figure 7.4.7 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Vegetable Oil Processing Industry
- Figure 7.4.8 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Meat and Poultry Products Sector
- Figure 7.4.9 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Dairy Products Industry
- Figure 7.4.10 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Targeted Sectors and Sub-sectors
- Figure 9.1 Flow Chart of Macro-energy Model (MEMP)

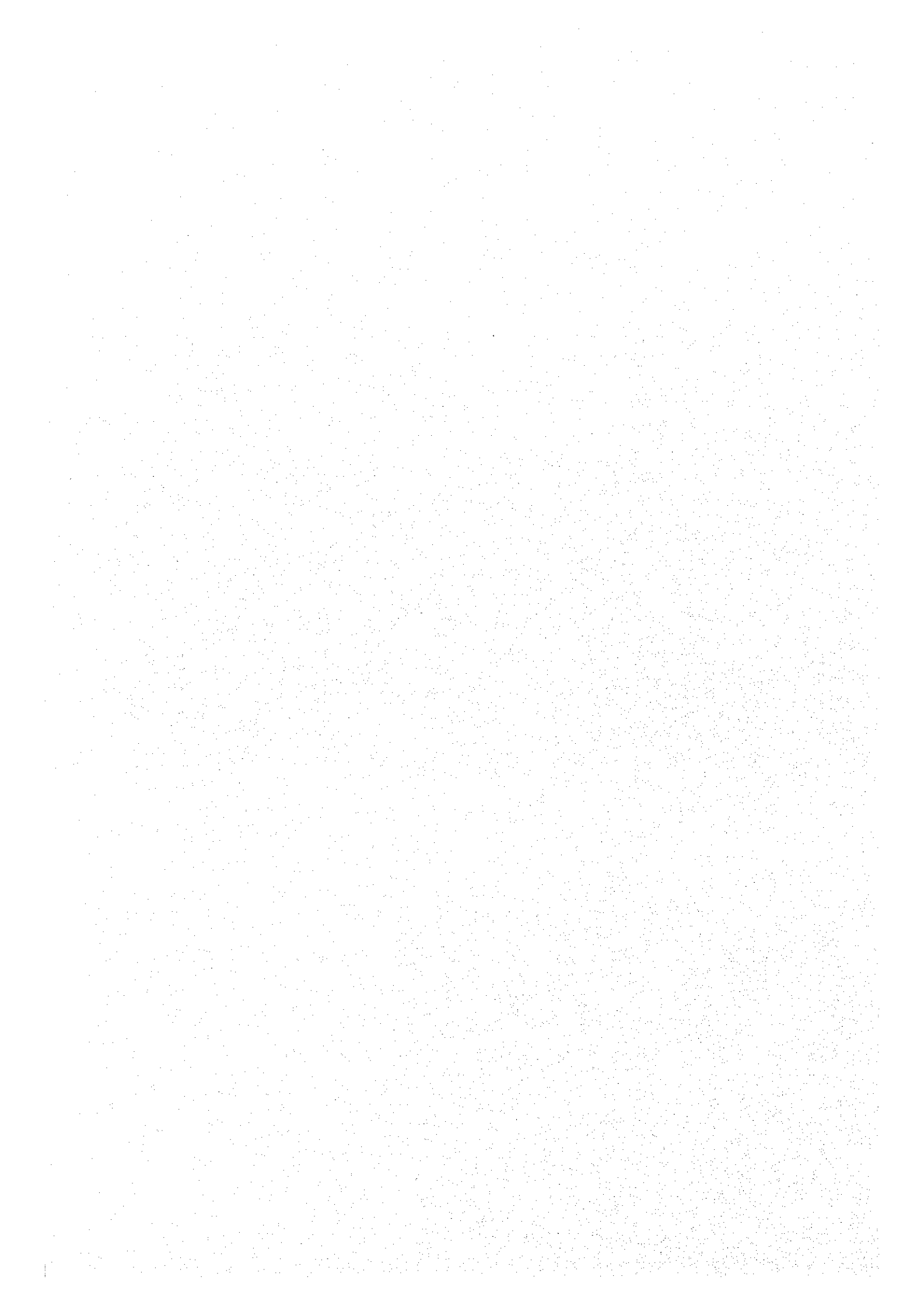
Figure 9.2	Price and Output Change during the Economic Transition
Figure 9.3	Flow Chart of Impact on Economy of Domestic Energy Prices
Figure 9.4	Model Performance in Final Test
Figure 9.5	Trends of Domestic Energy Prices
Figure 9.6	Assumption of Energy Prices in the Scenarios
Figure 9.7	Simulation Results of GDP for the Scenarios
Figure 9.8	Simulation Results of Primary Energy Requirement
Figure 9.9	Simulation Results of Energy/GDP Intensity
Figure 9.10	Simulation Results of Final Energy Demand
Figure 9.11	Simulation Results of Energy Demand in the Industrial Sector
Figure 9.12	Simulation Results of CO ₂ Emissions
Figure 9.13	Energy Price Impact on the Macro-economy
Figure 9.14	Composition of Factors for Demand Changes in the Industrial Sector
Figure 10.1	Breakdown of Trends of Indices of Industrial Production (IIP) by Industry
Figure 10.2	Crude Oil Spot Price Trends
Figure 10.3	Trends of Investment in Energy-saving Equipment and Crude Oil Prices
Figure 10.4	Trends in Energy Conservation Targeted Values in the Master Plan

[略語]

JICA	Japan International Cooperation Agency
KAPE	Polish National Energy Conservation Agency
NAPE	National Energy Conservation Agency
RAPE	Regional Energy Conservation Agencies
ARP	The Industrial Development Agency
NFEP&MW	The National Fund for Environmental Protection and Water Mangement
BOS	The Environmental Protection Bank
ECTC	Energy Conservation Technology Center
GUS	The Central Statistical Office
MTOE	Million Ton Oil Equivalent
MJ	Mega Joule
PJ	Peta Joule
TJ	Tera Joule
S.L.B.	Silica Lime Block
ENEX	Energy Conservation Exhibition
ESCO	Energy Service Company
E.C. Scenario	Energy Conservation Scenario
A.E.C. Scenario	Accelerated Energy Conservation Scenario
REF.	Reference Scenario
HOPP	Human Oriented Program for Production
OJT	On the Job Training

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

ポーランドは、計画経済時に旧ソ連から安価なエネルギーを入手できたこと、量重視のエネルギー計画により、対 GDP エネルギー消費原単位は欧米諸国に比べ 2～3 倍となっている。

1989 年計画経済から市場経済へ移行したことに伴い経済の自由化を進めているが、2000 年に EU 加盟を計画していることから、企業の国際競争力の向上が急務の課題である。

また、エネルギーおよび原材料の入手が旧ソ連崩壊による供給体制が崩れ入手困難となり、従来財政補助により安価で供給されていたエネルギーが、1990 年 1 月以降価格が引き上げられ、企業および国民の省エネルギー推進が必要となっている。

このためポーランドでは 2000 年までに GDP 当たりのエネルギー消費原単位の 20% 削減を目指しており、省エネルギー推進のための様々な試みがなされてきたが、相対的に進展していない。

ポーランド政府は、省エネルギー政策の実施機関として KAPE を設立し省エネルギー推進体制を整備している。KAPE は「EC-2001 省エネルギーマスタープラン」の制定を企画している。

このような状況の中、ポーランドの産業部門におけるエネルギー消費の実態調査とそれに基づく省エネルギー推進のための政策提言に関する開発調査の要請があった。JICA は、1995 年 5 月にプロジェクト選定確認調査、1996 年 9 月に予備調査、1996 年 12 月に事前調査を実施し先方関係機関と要請内容等について協議を行い、Scope of Work (S/W) を締結した。

1.2 調査の目的

KAPE による「EC-2001 省エネルギーマスタープラン」の制定企画に資するため、ポーランドにおけるエネルギー消費の実態調査を行い、それに基づく省エネルギー

促進のための政策提言を行うことを目的とする。

1.3 カウンターパート

ポーランド省エネルギー公社：KAPE (Polish National Energy Conservation Agency)
経済省、環境省、大蔵省、建設省および KAPE によりステアリングコミッティを構成。

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。

また、日本国内において、ポーランド経済の専門家、日本国内工業界等からなるアドバイザーコミッティを構成し、調査の方針、提言作成に当たり支援を得た。

1.5 調査の内容

平成 8 年 11 月 26 日に合意された本調査の Scope of Work に基づき次の調査を実施した。

本調査は、本調査の最終目的である省エネルギー政策およびアクションプランの提言を行うための「政策的アプローチ」と、これを技術的に裏付ける「技術的アプローチ」の 2 つの面から構成される。

1.5.1 「政策的アプローチ」のための調査

本アプローチの目的は、ポーランドの産業部門における省エネルギー促進のためのマスタープランを作成することである。

われわれは、マスタープランを次のように定義し、それに沿って、その作成に必要なデータ・情報の収集と、マスタープランの取りまとめ作業を行った。

(1) マスタープランの定義

マスタープランとは、

- ・ポーランドの産業部門の省エネルギーに関する政策の決定・実施者（政府）
に対して提供するために、
- ・将来のある時点（複数の時点を含む）までに、
- ・省エネルギーについての一定の目標を達成することを目的にして、
- ・産業部門において実施されるべき諸対策（技術的な諸手段・措置）ならび
に、
- ・政府によって実施されるべき政策的な諸手段・措置
を取りまとめたものである。

(2) データ・情報の収集

このようなマスタープランを作成するに当たって、ポーランドの中央統計局 (GUS)、エネルギー市場局 (EMA)、その他の機関から発行されている統計・資料の他、次のようなソース、あるいは、方法により、データ・情報を入手した。

- a. 工場診断 (下記の 1.2.3 参照)
- b. アンケート調査 (対象工場 500 余り)
- c. インタビュー調査 (関係省庁・機関、および、対象産業の工場などの訪問による)
- d. 専門家、あるいは、専門機関に依頼した調査

これらのうち、b. はポーランドの調査会社 (PONT 社) に委託して行われた。
アンケート表の発送、回答の状況は以下の通りである。

	(発送数)	(回収数)	(回収率%)	(同左--生産能力よる比率)
鉄鋼	40	19	48	約 60
化学	30	15	50	約 60
窯業 (ガラス)	42	21	50	約 50
同 (煉瓦)	136	35	26	約 50
食品 (植物油)	9	3	33	約 50
同 (食肉)	147	36	25	約 50
同 (酪農品)	71	21	30	約 40
合計	529	161	30	---

このアンケート調査の主な狙いは、対象産業および対象機器 (各対象産業に

存在する)におけるエネルギー消費の現状を把握することであった。そのような狙いにとっては、工場数で見た回収率よりも、その産業の生産能力で見た回収率の方が重要である。その意味で、酪農製品を除き、各産業についての「生産能力による回収率」が約 50%を上回っていることは、このアンケート調査の回答により、各産業のエネルギー消費原単位の推定が十分に可能であることを示している。

次に、c. については、下記の機関を訪問した。

・全般

経済省、環境・自然資源・森林省、大蔵省、国庫省、農業・食品経済省、外国投資局 (PAIZ)、外国貿易研究所、ビジネス・センター・クラブ、世界銀行、国連開発計画 (UNDP)、国連工業開発機構 (UNIDO)、欧州復興・開発銀行 (EBRD)

・産業

ポーランド産業開発公社 (ARP)、金属商工会議所、鉄鋼研究所、ポーランド石油 (Nafta Polska)、化学産業研究所、プオツク石油化学、Pulawy アンモニア会社、URSUS トラクター会社、建設商工会議所、ガラス・窯業研究所、ワルシャワ・ガラス会社、建設用煉瓦・シリケートブロック協会、軽量・発泡コンクリート協会、Karubud 煉瓦会社、農業・食品経済研究所、食肉・油脂研究所、食肉協会

・エネルギー価格、コストなど

石油・ガス公社、電力公社、熱供給者協会、開発・戦略研究所

また、d. の一部として、「ポーランドのエネルギー関係の政策・制度」に関する報告書の作成を、エネルギー市場局 (EMA) の専門家に依頼し、その結果を主にエネルギー価格政策、省エネルギー政策の実施状況などの検討に活用した。

さらに、省エネルギーの環境改善効果の推定作業 (特に、環境政策の現状、

大気汚染の現状、地球温暖化ガスおよび大気汚染物質の排出係数の推定、など) については、ポーランドの環境研究所の専門家の大きな協力を得た。

以上に加えて、日本、欧米などのデータ・情報、(特に省エネルギー対策の費用と効果について) を収集・整理して、報告書の取りまとめに活用した。

(3) 報告書の取りまとめ

以上のようにして収集したデータ・情報を用いて、次の項目につき、検討を行い、各項目をそれぞれ1つの章として、「II. 産業における省エネルギー・マスタープラン」を取りまとめた。その内容については、II. の各章を参照されたい。

a. エネルギー需給およびエネルギー政策の現状

b. 対象産業および対象機器におけるエネルギー消費の現状

<対象産業>

鉄鋼、化学 (アンモニア)、機械 (トラック、トラクター)、窯業 (ガラス、シリカ・ライム・ブロック)、食品 (植物油製品、食肉製品、酪農製品)

<対象機器>

照明、エア・コンプレッサー、モーター、暖房 (空調)、ボイラー、工業炉

c. 産業部門における省エネルギー政策の検討、省エネルギー政策シナリオの設定

d. 対象セクターおよび対象機器における省エネルギー対策の経済評価

e. 対象セクターおよび対象機器における将来のエネルギー原単位の推定

f. 対象産業および対象機器における省エネルギー・ポテンシャルの推定

g. 省エネルギーの環境改善効果の推定

h. 省エネルギー政策の費用・便益分析による「政策シナリオの評価」

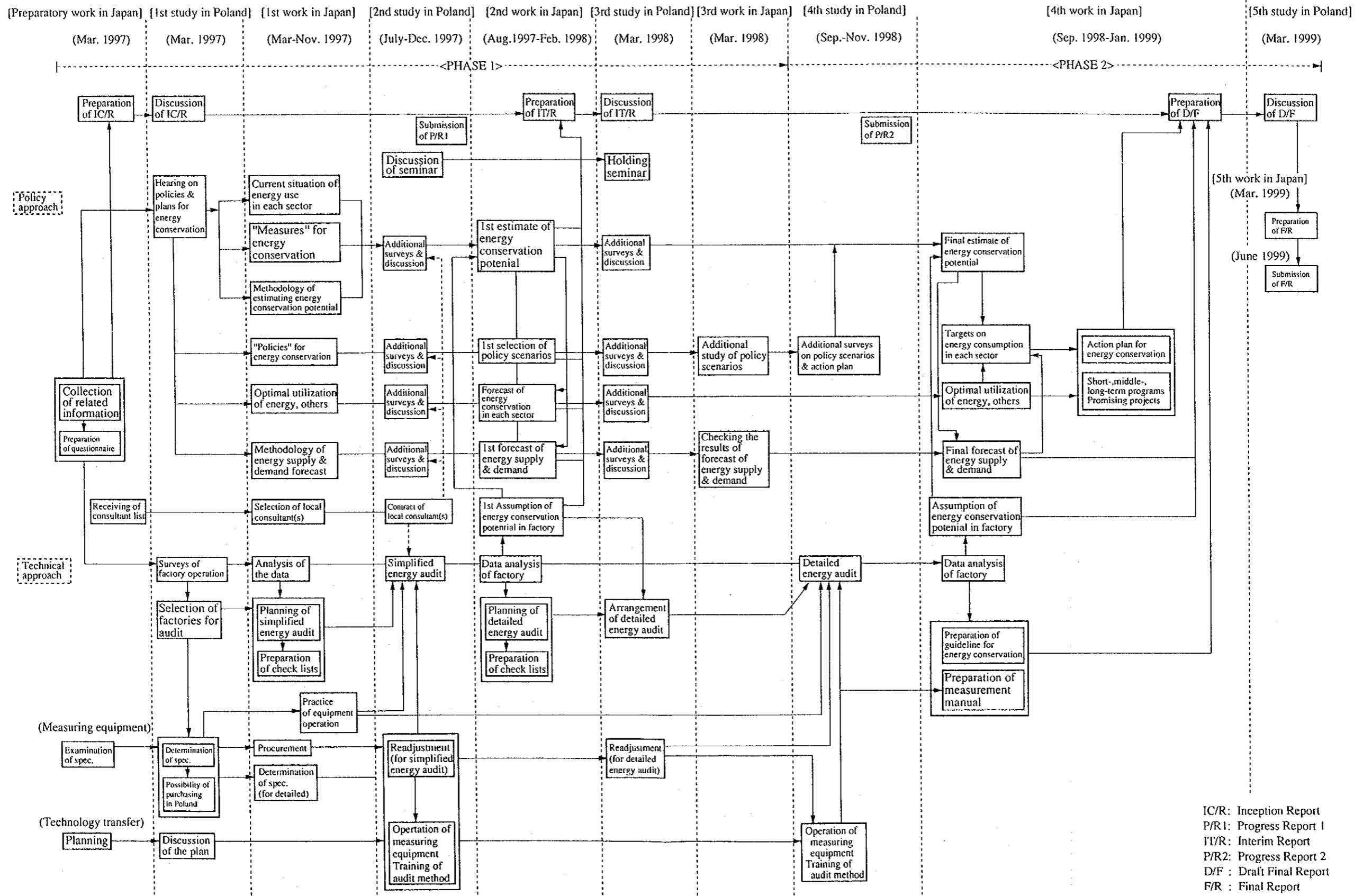
i. マクロ経済およびエネルギー需給の予測による「政策シナリオの評価」

j. 省エネルギー・マスタープランおよびアクションプラン・優先プロジェクトの提案

1.6 調査の項目

調査の全体像を図式化し、Figure1.1 に示す。

Figure 1.1 Overview of the Study



1.6.1 国内準備作業 (1997年3月)

- (1) 関連情報、データ収集
- (2) インセプションレポートの作成

1.6.2 第1次現地調査 (1997年3月)

- (1) インセプションレポートの説明、協議
- (2) 省エネルギー政策、計画に関するヒアリング調査
- (3) 診断候補工場予備調査
- (4) 簡易診断、詳細診断工場の決定

1.6.3 第1次国内作業 (1997年5月～11月)

- (1) 各セクターにおけるエネルギー消費の現状分析
- (2) 個々の工場レベルでの省エネルギー「対策」の検討
- (3) 各セクターにおける省エネルギーポテンシャルの推定方法の検討
- (4) 省エネルギー政策の検討
- (5) “省エネルギー計画”の検討
- (6) エネルギー需給予測方法の検討
- (7) 簡易診断用チェックリスト作成

1.6.4 第2次現地調査 (1997年7月～12月)

- (1) 計測機材取扱に関する技術移転
- (2) 5業種の簡易診断の手順、診断の重点ポイントに関する技術移転
- (3) 簡易診断の実施
- (4) セクター毎の省エネルギーポテンシャル推定のための調査
- (5) 省エネルギー政策に関する調査
- (6) “省エネルギー計画”に関する調査
- (7) エネルギー需給予測方法の検討に関する調査

1.6.5 第2次国内作業 (1997年8月～12月)

- (1) 簡易診断対象工場の省エネルギーポテンシャルの推定
- (2) 対象業種の省エネルギーポテンシャルの第1次推定
- (3) 省エネルギー政策・シナリオの第1次選択
- (4) エネルギー需給予測の第1次予測
- (5) インテリムレポートの作成

1.6.6 第3次現地調査 (1998年3月)

- (1) インテリムレポートの説明、協議
- (2) セミナーの開催

1.6.7 第3次国内作業 (1998年3月)

- (1) 省エネルギーシナリオの絞込
- (2) エネルギー需給予測の再調整

1.6.8 第4次現地調査 (1998年9月～11月)

- (1) 省エネルギー政策調査
- (2) 詳細診断実施

1.6.9 第4次国内作業 (1998年9月～1999年1月)

- (1) 詳細診断対象工場の省エネルギーポテンシャルの推定
- (2) 各セクター毎の省エネルギーポテンシャルの最終的推定
- (3) エネルギー需給の最終的予測
- (4) 省エネルギーの目標設定とアクションプランの策定
- (5) 省エネルギー実施方法のガイドライン作成
- (6) エネルギー診断測定マニュアルの作成
- (7) ドラフトファイナルレポートの作成

1.6.10 第5次現地調査 (1999年3月)

ドラフトファイナルレポートの説明、協議

1.6.11 第5次国内作業 (1999年3月)

ファイナルレポートの作成

1.7 調査対象機関・工場

(1) ヒアリング調査 (省庁、業界団体)

- a. 経済省 (エネルギー・環境部、経済戦略部、産業政策部)
- b. 大蔵省
- c. 国庫省
- d. 環境保護・天然資源・森林省
- e. 農業・食品経済省
- f. 中央統計局 (GUS)
- g. エネルギー市場局
- h. 外国投資局 (PAIZ)
- i. 産業開発公社
- j. ポーランド・エネルギー効率協会
- k. ポーランド環境保護・水資源基金
- l. 環境保護銀行
- m. エネルギー再構築グループ
- n. 開発・戦略研究所
- o. 外国貿易研究所
- p. ビジネス・センター・クラブ
- q. 金属商工会議所
- r. 鉄鋼研究所
- s. ポーランド石油 (株)
- t. 化学産業研究所

- u. 石油化学協会
- v. 建設商工会議所
- w. ガラス窯業研究所
- x. 建設用煉瓦・シリケートブロック協会
- y. 軽量・発泡コンクリート協会
- z. 農業・食品経済研究所
- aa. 食肉・油脂研究所
- bb. 食肉協会
- cc. 石油・ガス公社
- dd. 電力公社
- ee. 熱供給者協会
- ff. 世界銀行
- gg. 社会経済事業銀行 (BISE)
- hh. 国連開発計画 (UNDP)
- ii. 国連工業開発機関 (UNIDO)
- jj. 欧州復興・開発銀行
- kk. 日本貿易振興会 ワルシャワ事務所 (JETRO)

(2) ヒアリング調査 (工場)

- (化学) a. Pulawy
- (機械) b. Ursus
- (窯業) c. Huta Szkla
- d. Karbud

(3) 簡易診断工場 (第2次現地調査時)

- (鉄鋼) a. Ostrowiec
- b. Labedy
- (化学) c. Blachownia
- d. Poch
- (機械) e. Ursus
- f. Star
- (窯業) e. Wolomin

- f. Silikaty
- (食品) h. Olvit
- i. Kocsian Meat
- j. Lubmeat
- k. Obrzanska

(4) 詳細診断工場 (第4次現地調査時)

- (鉄鋼) Fabryka Laczniow
- (化学) Boruta
- (機械) Ursus
- (窯業) Wolomin
- (食品) Przetworstwa Mleka

(5) 日本国内ヒアリング調査、視察

- a. 旭電化 (株)
- b. 王子製紙 (株) 大分工場
- c. 王子製鉄 (株) 群馬工場
- d. (株) クボタ 小田原工場
- e. (株) クボタ 筑波工場
- f. (株) コマツ 小山工場
- g. 静岡日本ハム (株)
- h. 植物油協会
- i. 新キャタピラー三菱 (株) 相模事業所
- j. 新日鐵化学 (株) 九州製造所 大分事業所
- k. 新日鐵化学 (株) 九州製造所 戸畑事業所
- l. 全国赤煉瓦協会
- m. (株) ダイナックス 苫小牧工場
- n. 太陽油脂 (株)
- o. 東芝ライテック (株)
- p. 東洋ガラス (株)
- q. トヨタ自動車北海道 (株) 苫小牧工場
- r. 日産自動車 (株)

- s. 日産ディーゼル工業 (株)
- t. 日本イトン工業 (株)
- u. 日本電極 (株) 蒲原工場
- v. 日本煉瓦製造 (株) 深谷事業所
- w. 日立金属工業 (株) 桑名工場
- x. 日立金属工業 (株) 桑部工場
- y. (株) マツボー
- z. 明治乳業 (株) 本社
- aa. 雪印食品 (株) 関東工場
- bb. 雪印乳業 (株) 本社、野田、中標津、別海 各工場
- cc. リノール油脂 (株) 名古屋工場

1.8 測定用機材

第2次現地調査における簡易診断時は、(財)省エネルギーセンター所有の計測機材を使用した。

第4次現地調査における詳細診断時は、JICA が調達した計測機材を使用した。機材リストは「第V編 6. 計測器の説明」に示す。

1.9 調査団名簿

- | | |
|-------------|----------------------|
| (1) 竹村 洋三 | 総括 |
| (2) 木村 徹 | 副総括、省エネルギー政策 |
| (3) 川口 友紀枝 | 省エネルギー政策 (日本国内のみ) |
| (4) 木船 久雄 | エネルギー計画 |
| (5) 加藤 茂昭 | エネルギー計画 |
| (6) 張 継偉 | エネルギー計画 |
| (7) 福島 演雄 | 工場診断総括、エネルギー管理技術 (熱) |
| (8) 小西 二郎 | エネルギー管理技術 (熱) |
| (9) 臼井 千雄 | エネルギー管理技術 (電気) |
| (10) 杉本 利夫 | エネルギー管理技術 (電気) |
| (11) 丸山 征一郎 | プロセス管理技術 (鉄鋼) |

- | | |
|-------------|-----------------|
| (12) 三宅 正志 | プロセス管理技術 (化学) |
| (13) 野沢 定雄 | プロセス管理技術 (機械加工) |
| (14) 加藤 正躬 | プロセス管理技術 (窯業) |
| (15) 本多 四郎 | プロセス管理技術 (食品) |
| (16) 大嶋 哲夫 | 測定技術 |
| (17) 永井 清貴 | 測定技術 |
| (18) 小山田 明弘 | 測定技術 |
| (19) 佐藤 文子 | 業務調整 |

1.10 カウンターパート名簿

(Polish National Energy Conservation Agency KAPE SA)

- | | |
|-----------------------------|--|
| (1) Dr. Krzysztof Zmijewski | President |
| (2) Dr. Roman Babut | Director of International Cooperation Division |
| (3) Mr. Ryszard Wnuk | JICA Project Manager |
| (4) Mr. Dariusz Koc | Manager of Energy Audit Secretary |

(Local consultants)

(1) Research Center of Warsaw University of Technology

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| a. Dr. Krzysztof Wojdyga | Heat management |
| b. Mr. Maciej Chorzelski | Heat management |
| c. Dr. Wieslaw Szadkowski | Heat management |
| d. Dr. Leszek Krycki | Electricity management |
| e. Mr. Wrobel Waldemar | Electricity management |
| f. Mr. Staniseaw Kozinski | Electricity management |

(2) POLESCO Investment SA

- | | |
|------------------------|------------------------|
| a. Dr. Tadeusz Kruczek | Heat management |
| b. Dr. Krzysztof Wilk | Heat management |
| c. Dr. Wieslaw Goc | Electricity management |
| d. Dr. Marcin Szega | Heat management |
| e. Dr. Joachim Bargiel | Electricity management |

(3) Baltic Energy Conservation Agency

- | | |
|------------------------|------------------------|
| a. Dr. Edmund Wach | Heat management |
| b. Dr. Andrzej Szajner | Heat management |
| c. Dr. Pawel Bucko | Electricity management |

1.11 ステアリングコミッティ名簿

(1997 年)

委員長

- | | |
|---------------------------|--|
| (1) Mr. Wiesław Pawliotti | Adviser to Minister, Ministry of Economy |
|---------------------------|--|

委員

- | | |
|-----------------------------|--|
| (2) Mr. Wojciech Jaworski | Director of Department of Air and Land Protection
Ministry of Environmental Protection, Natural
Resources and Forestry |
| (3) Mr. Andrzej Pogorzelski | Department of Architecture and Building Policy
Ministry of Physical Planning and Construction |
| (4) Mr. Jozef Pawelec | Department of Communal Policy
Ministry of Physical Planning and Construction |
| (5) Dr. Krzysztof Zmijewski | President,
The National Energy Conservation Agency |

(KAPE)

(1998 年～)

委員長

- | | |
|-----------------------------|---|
| (1) Dr. Krzysztof Zmijewski | President,
The National Energy Conservation Agency |
|-----------------------------|---|

(KAPE)

委員

- | | |
|------------------------|--|
| (2) Ms. Teresa Kubacka | Department of National Economy Finance,
Ministry of Finance |
|------------------------|--|

- | | |
|-----------------------------|--|
| (3) Mr. Jozef Pawelec | Central Office of Housing and Town Development |
| (4) Dr. Wieslaw Pawliotti | Department of Energy and Environment,
Ministry of Economy |
| (5) Dr. Andrzej Pogorzelski | Ministry of Internal Affairs and Administration |
| (6) Mr. Jan Sikora | Department of National Economy Finance,
Ministry of Finance |
| オブザーバー | |
| (7) Mr. Stanislaw Soja | Department of Industrial Policy,
Ministry of Economy |
| (8) Mr. Jerzy Horodecki | Department of Industrial Policy,
Ministry of Economy |
| (9) Mr. Ryszard Wnuk | Project Manager, KAPE |

1.12 アドバイザリコミッティ名簿

委員長

- | | |
|----------|---------------------|
| (1) 森 信昭 | (財) 省エネルギーセンター 専務理事 |
|----------|---------------------|

委員

- | | |
|------------|--------------------------------------|
| (2) 井口光雄 | 元 (財) 省エネルギーセンター 技術顧問 |
| (3) 藤目和哉 | (財) 日本エネルギー経済研究所 常務理事 |
| (4) 松井賢一 | (財) 日本エネルギー経済研究所 参与 |
| (5) 有馬一朗 | 日本貿易振興会 健康保険組合 事務局長
(元 ワルシャワ事務所長) |
| (6) 永松紀義 | (財) 国際開発センター 研究主幹 |
| (7) 渡辺博史 | (社) ロシア東欧貿易会 東欧部長 |
| (8) 千葉昌胤 | (財) 社会経済生産性本部 国際本部 主幹 |
| (9) 井上清彦 | (社) 日本鉄鋼連盟 環境エネルギー部長 |
| (10) 澤田 豊 | (社) 日本化学工業会 技術部生産技術グループ マネージャー |
| (11) 徳永 隆一 | (社) 日本建設機械工業会 業務部 部長 |

II. 産業部門における 省エネルギー・マスタープラン

1. エネルギー需給の推移と
省エネルギー政策の展開

1. エネルギー需給の推移と省エネルギー政策の展開

本章では、ポーランド国のエネルギー需給の推移と現状および省エネルギー政策の展開について概観する。

ポーランド経済は、1989年に市場経済に移行して以来、1991年まではマイナス成長を記録したが、それ以降、着実な回復と成長がみられる。至近の経済成長率は年率5%を越え、将来的にも大きな成長が期待されている。

一方、エネルギー需給について見ると、1980年代末から1994年まで、エネルギー消費は、市場経済への移行の混乱と生産活動の低迷によりマイナス成長をたどり、その後は、増加傾向を示しつつあるものの、1996年においても、かつてのピークである1987年には達していない。経済成長が回復基調に乗ったにも拘わらず、エネルギー需要が増加傾向を見せなかった理由は、①エネルギー転換部門の転換ロス減少、および②エネルギー多消費産業である素材産業の不振といった産業構造の変化、である。これが、見かけ上、GDPあたりのエネルギー消費原単位を改善してきた。そして、マクロ的なエネルギー消費原単位を改善させた理由が、個別産業におけるエネルギー消費効率の改善に由来するものではないことだけは、確実である。それゆえ、近い将来、これまで不振を続けてきた素材産業が経済の成長に連れて回復軌道を進めれば、エネルギー消費の増加と環境負荷の拡大が懸念される。

そこで、以下では、これまでのエネルギー需給とその変化の背景を概観する。そして、移行期経済下の省エネルギー政策について検討を加える。

1.1 エネルギー需給の推移と現状

1.1.1 マクロ経済の動向

1996年のポーランドのGDP（実質1990年価格）は66.3×10億 PLNである。これを消費（民間最終消費支出+政府消費支出）、投資（民間設備投資+公的固定資本形成）、対外部門（輸出-輸入）の3者で区分すれば、その構成比は順に、78%、29%、-6%となる。対外部門の赤字（経常収支の赤字）は、1995年、96年と2年連続である。これは、拡大する国内の設備投資を背景に海外からの資本財輸入が増大していることが原因の一つとなっている。

市場経済への移行期前後からのGDPの推移を見ると、次のような特徴が伺われる。第一には、1996年の実質GDP水準は、転換年となった1989年のそれを初めて上回ったことである。ポーランド経済は、1990年、1991年と移行期の混乱のために、-11.6%、-7.0%と2年連続でマイナス成長を記録した。1992年から徐々にプラスに転じ、1995年は7.0%、1996年も+6.0%の経済成長率を達成し、その結果、現在のGDP規模は、社会主義体制時代を凌駕する大きさとなった（Figure 1.1、Table 1.1 参照）。

第二に、ここ数年の成長率は5%台を越え、大きく拡大を示していることである。移行期経済につきものである「不況と高いインフレ率」について、少なくとも数量ベースの経済不況からは脱したものと判断できる。移行期から数年でこうした順調な経済成長を見せていることから、ポーランドは移行期経済の模範生と言われるまでになった。

第三には、高いインフレ率も沈静化を見せていることである。消費者物価上昇率を見れば、1989、1990年は3桁のインフレであった。それが、1991年からは2桁に収まり、1996年では19%、1997年には14%程度の物価上昇率にまで収束してきている。

第四には、労働市場の改善である。移行期に伴って雇用環境は大幅に悪化し、大きな失業率を示してきた。一時は16%を越える失業率を抱えていたが、1996年ではそれが13%台と低下し、今後も一層低下する見込みである。

第五には、成長のパターンが定着しつつあることだ。近年の経済成長のパターンを見る

と、明らかに成長のドライビング・フォースは消費、投資、石炭以外の輸出になってきている (Figure 1.2 参照)。

1990 年前後の混乱時には、在庫の大幅減少がマイナス成長の一つの原因にもなっていた。これは、市場経済体制に移行することによって、旧体制では常に多めに (約3ヶ月分といわれる) 抱えていた在庫が不要になり、在庫取り崩しをしていたためである。そうした在庫の調整も明らかに 1993 年頃には解消され、成長のためのマイナス要因が一つ消滅した。逆に市場経済への移行を経て、現在の経済成長は民間消費と民間投資、石炭以外の輸出が経済成長を支えているし、政府の固定資本形成も旺盛である。ただし、一方で国内投資のために投資財を輸入し、また輸出の拡大が輸入の増加をもたらす、などの懸案材料があることも否定できない。

いずれにしても、近年のポーランド経済の成長が、消費と投資、および石炭以外の輸出によって支えられているという好循環を見ることができる。

Figure 1.1 Trends of GDP

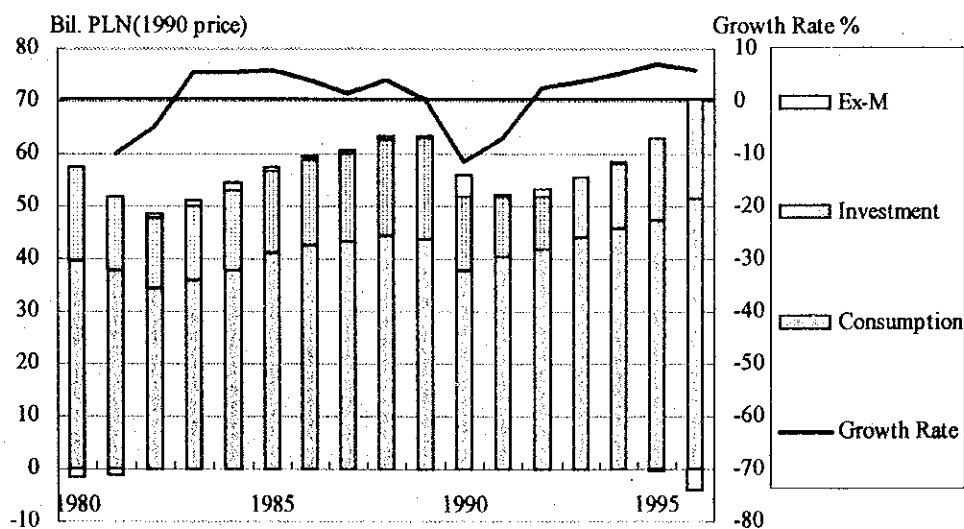


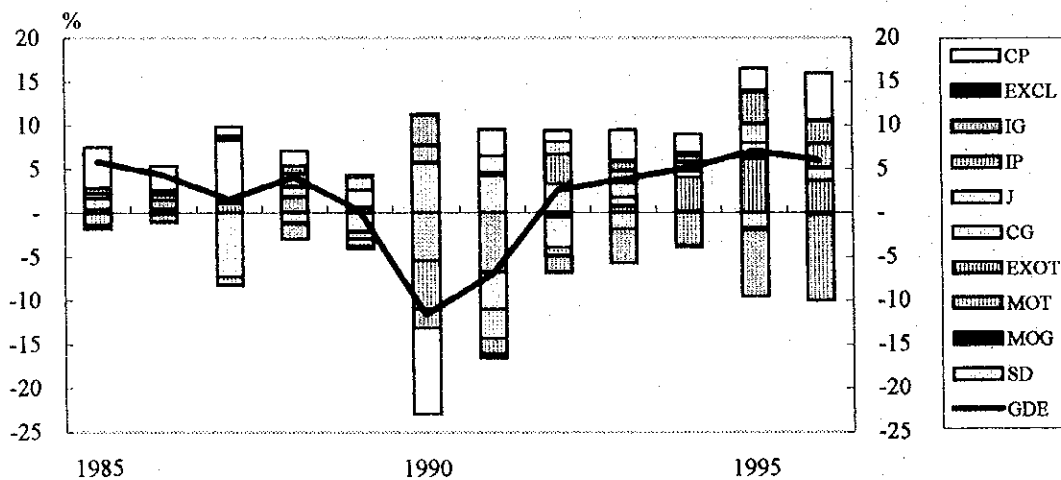
Table 1.1 GDE and Economic Indicators

(Unit, Mil. PLN, 1990 Price, and etc.)

Item	Year	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	96/90
GDE: Gross Domestic Expenditure		56,758	57,418	56,027	52,121	53,489	55,522	58,409	62,526	66,278	2.8
Consumption		39,609	41,053	37,675	40,486	41,909	44,202	45,744	47,290	51,512	5.4
Private Expenditure		29,946	29,942	26,867	28,572	29,233	31,044	32,218	33,667	37,034	5.5
Government Consumption		9,662	11,111	10,808	11,914	12,676	13,158	13,526	13,623	14,478	5.0
Investment		17,943	15,700	14,351	11,465	9,974	11,250	12,263	15,641	19,020	4.8
Private Investment		10,262	8,960	7,774	5,905	5,392	6,084	6,647	7,874	9,575	3.5
Government Investment		7,681	6,741	6,577	5,560	4,581	5,166	5,616	7,767	9,444	6.2
Net Foreign Demand		-1,662	723	4,001	169	1,606	69	402	-405	-4,253	-
Export, Goods and Service		10,643	11,323	16,051	15,786	17,487	18,047	20,411	24,156	26,500	8.7
Coal		1,018	1,186	919	682	633	754	918	1,045	1,071	2.6
Others		9,625	10,138	15,132	15,103	16,854	17,293	19,493	23,111	25,428	9.0
Import, Goods and Service		12,305	10,601	12,050	15,616	15,881	17,978	20,009	24,561	30,753	16.9
Oil and Gas		1,382	1,221	1,285	1,104	1,143	1,146	1,133	1,290	1,322	0.5
Others		10,923	9,380	10,765	14,512	14,738	16,832	18,876	23,271	29,430	18.2
Gross Domestic Expenditure(Market Price)		251	1,045	56,027	80,883	114,944	155,780	210,407	286,026	359,881	36.3
Consumer Price Index(1990=100)		0.45	1.80	100.0	170.3	243.5	329.5	435.6	556.7	659.7	36.9
Wholesale Price Index(1990=100)		0.50	1.90	100.0	148.1	199.3	262.3	333.2	424.1	475.4	29.7
Exchange Rate for Export based on BLPY(PLN/US\$)			0.018	0.992	1.455	1.946	2.630	2.984	3.119	3.465	23.2
Number of Employment(1000 p)		17,325	17,144	16,280	15,326	14,677	14,330	14,475	14,735	15,139	-1.2
Unemployment Rate(%)				6.3	11.8	13.6	16.4	16.0	14.9	13.6	13.7
Number of Population(1000 p)		35,578	37,230	38,119	38,245	38,365	38,459	38,544	38,609	38,674	0.2

(Source) Central Statistical Office (GUS)

Figure 1.2 Composition of Economic Growth



1.1.2 エネルギー需給の推移と現状

(1) 一次エネルギー供給の推移と現状

1996年のポーランドの一次エネルギー国内供給は、108 MTOE(原油換算百万トン)である。これは、過去の最も大きな消費量であった1987年の138 MTOEに比較して、22%小さい。しかし、これも1996年が対前年比+9.6%と大幅に増加したことから、過去のピークに比べて減少幅は薄まっているものの、1995年の値で見れば、1987年比マイナス25%である (Table 1.2 参照)。

これをエネルギー源別にみると、石炭(固定燃料含む)74%、石油17%、天然ガス9%、である(1996年、以下同じ)。この他に水力や輸出電力が若干存在する。石炭への依存が大きいことは、国内の賦存資源量と無関係ではない。つまり、ポーランド国内には、世界第8位の石炭資源量がある。World Energy Conference(1996)の資料によれば、石炭埋蔵量は 27.6×10 億トンであり、現在の生産量135×百万トンで割った可採年数は、200年以上となる。

それゆえ、1980年代を通じて、石炭が一次エネルギー国内供給に占める割合は、約80%であった。しかし、市場経済への移行前後から石炭のシェアは低下する傾向を見せている (Figure 1.3 参照)。

市場経済へ移行し、経済が回復傾向を辿る中であっても、1990年代前半のエネルギー需要はほとんど増加しない。とりわけ、基幹エネルギーである石炭需要は低迷していた。

Table 1.2 Domestic Primary Energy Supply

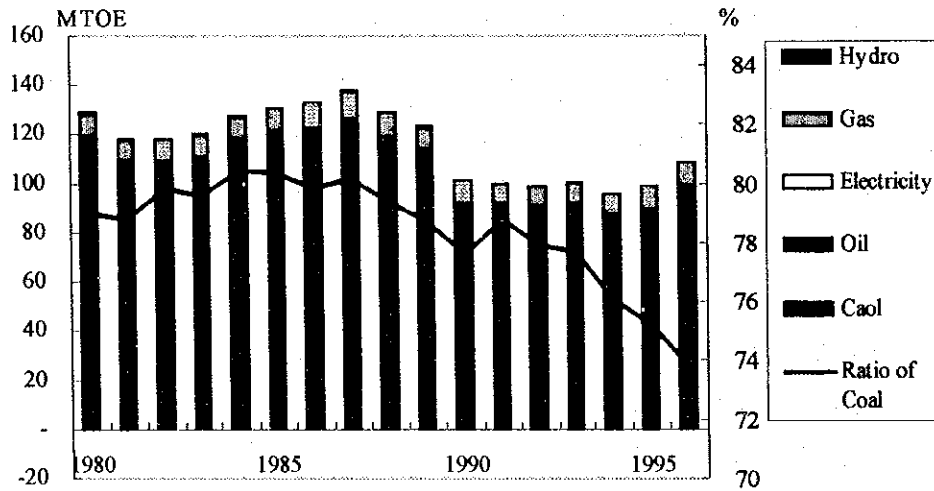
(Unit: 1000 TOE, and etc.)

Item	Year	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	'95/'90	'96/'95
Primary Energy Requirement		128,814	130,841	101,220	99,634	98,653	100,131	95,700	98,637	108,130	-0.5	9.6
Coal		101,778	105,176	78,520	78,530	76,861	77,776	72,782	74,205	79,787	-1.1	7.5
		(79)	(80)	(78)	(79)	(78)	(78)	(76)	(75)	(74)		
Oil		17,910	16,054	13,592	13,092	14,017	14,216	14,782	15,515	18,800	2.7	21.2
		(14)	(12)	(13)	(13)	(14)	(14)	(15)	(16)	(17)		
Gas		8,866	9,459	8,915	7,944	7,817	8,219	8,218	8,995	9,645	0.2	7.2
		(7)	(7)	(9)	(8)	(8)	(8)	(9)	(9)	(9)		
Hydro		281	334	283	292	305	127	149	163	166	-10.5	2.0
Electricity		-20	-182	-89	-225	-346	-207	-230	-241	-269	22.0	11.5
GDP(Mil.PNL,1990)		56,758	57,418	56,027	52,121	53,489	55,522	58,409	62,526	66,278	2.2	6.0
GDP Intensity(kg/PLN)		2.27	2.28	1.81	1.91	1.84	1.80	1.64	1.58	1.63	-2.7	3.4
CO2 Emission (Mil. ton-C)		133,325	135,748	103,965	102,912	101,837	103,274	98,311	101,023	110,519	-0.6	9.4

(Note) Figures in parentheses are share in the total.

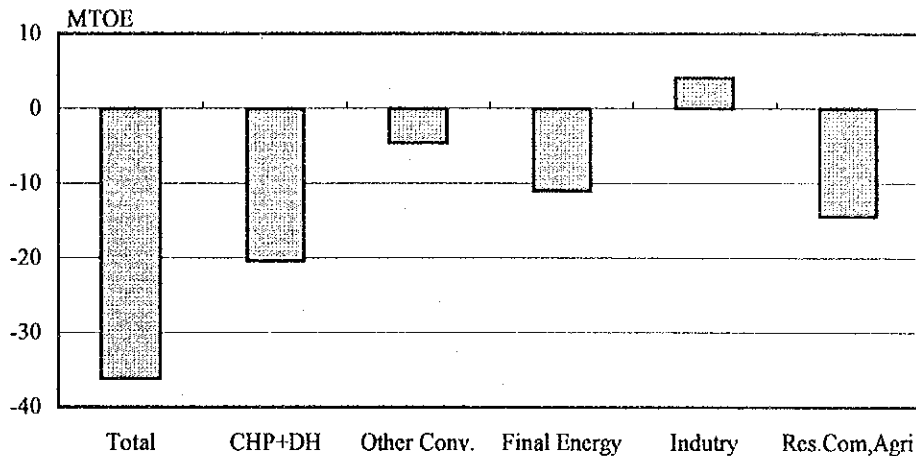
(Source) GUS, Poland Energy Information Center

Figure 1.3 Trends of Primary Energy Requirement



石炭需要の減少がどの需要分野で起こってきたかを見ると、熱と電力を生産するための転換部門での減少が、石炭需要減少の過半を占めてきたことがわかる。最終エネルギー消費全体においても、石炭需要は減少傾向にある。しかし、産業部門だけを取り出せば、石炭需要は回復基調にある。転換部門での石炭減少の大きな理由は、第一に転換効率の改善（転換ロス減少）であり、第二に民生部門などでの熱需要の減少、がある（Figure 1.4 参照）。

Figure 1.4 Decline of Coal Consumption between 1987 to 1995



1980年代後半からの一次エネルギー国内供給の減少を、(1)人口、(2)経済成長、(3)GDP当たりのエネルギー消費原単位、といった3要因によって分析してみよう。その結果をみると、1990年代前半には、(2)の経済のマイナス要因も存在していたが、圧倒的に大きな要因は(3)GDP当たりのエネルギー消費原単位の低下である。GDP原単位は、一定の付加価値を生産するのにどれだけのエネルギーを消費したかを示すものである。ポーランドのGDP原単位をみると、1985年の100に対して1990年には79に減少し、1995年では68まで低下している(1996年は71)。

さらに、この原単位の低下がどの需要分野で起きてきたかを検討してみる。最も大きな寄与を示すのが、石炭需要の減少と同様に、転換部門である。これに、産業部門での寄与が続いている (Figure 1.5、1.6 参照)。

Figure 1.5 Factors Behind the Decline of the Primary Energy Requirement

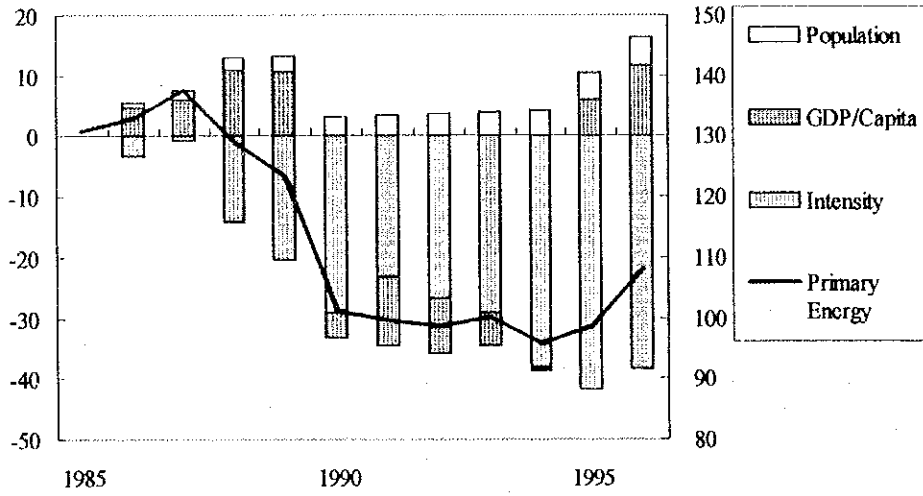
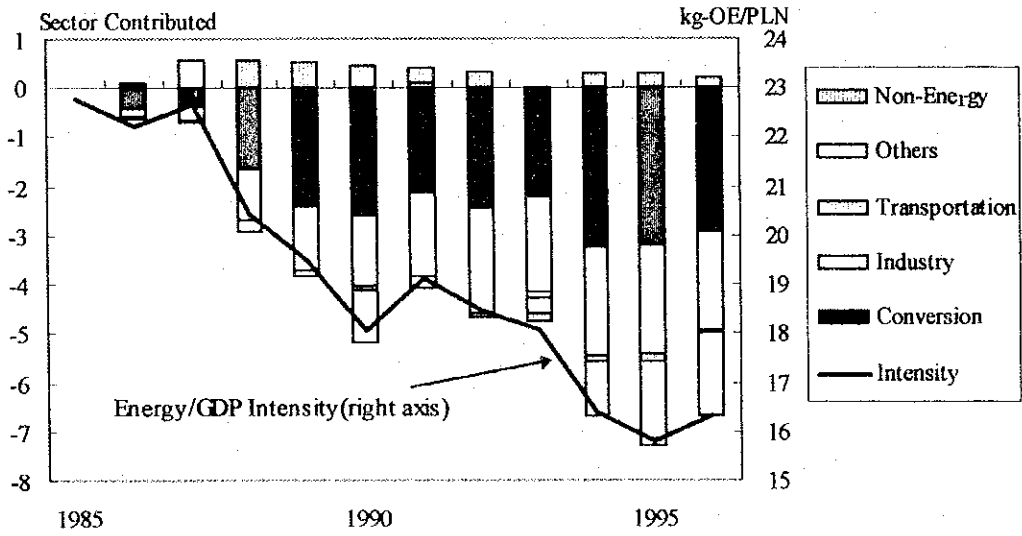


Figure 1.6 Decline of Energy/GDP Intensity and its Contribution by Sector



(2) 最終エネルギー消費の推移と現状

一次エネルギー国内供給の約 68% (1996 年) は、最終エネルギー消費として消費者に渡される。1996 年の最終エネルギー消費は 73 MTOE である。

1996 年の最終エネルギー消費のエネルギー源別構成比は、石炭が 42% ともっとも大きく、石油 22%、熱 14%、ガス 12%、電力 11% と続く。また、需要部門別の構成は、「その他部門 (農業+家庭+業務)」が最も大きく 46% を占め、ついで産業部門 35%、交通部門 14%、残りの 5% を非エネルギー消費が占めている (Table 1.3 参照)。

Table 1.3 Final Energy Demand

(Unit: 1000 TOE, and etc.)

Item	Year	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	95/90	96/95
Final Energy Consumption		86,505 (100)	83247 (100)	69,319 (100)	67,497 (100)	67,376 (100)	66,416 (100)	66,214 (100)	66,933 (100)	73,009 (100)	-0.7	9.1
Coal		38,360 (44)	34944 (42)	28,462 (41)	28,949 (43)	29,802 (44)	28,630 (43)	25,697 (39)	28,291 (42)	30,564 (42)	-0.1	8.0
Oil		12,647 (15)	11,870 (14)	11,336 (16)	11,100 (16)	11,605 (17)	10,739 (16)	13,004 (20)	13,454 (20)	15,928 (22)	3.5	18.4
Gas		6,772 (8)	6,914 (8)	4,971 (7)	3,964 (6)	3,597 (5)	7,004 (11)	7,350 (11)	7,862 (12)	8,454 (12)	9.6	7.5
Electricity		7,320 (8)	7,708 (9)	7,323 (11)	6,845 (10)	6,630 (10)	6,995 (11)	7,326 (11)	7,703 (12)	8,035 (11)	1.0	4.3
Heat		21,406 (25)	21,811 (26)	17,227 (25)	16,638 (25)	15,741 (23)	13,048 (20)	12,838 (19)	9,623 (14)	10,028 (14)	-11.0	4.2
Industry		38,124 (44)	33,692 (40)	24,708 (36)	21,752 (32)	19,955 (30)	21,778 (33)	21,230 (32)	22,958 (34)	25,325 (35)	-1.5	10.3
Transportation		9,804 (11)	8,719 (10)	8,063 (12)	8,295 (12)	8,171 (12)	7,842 (12)	8,330 (13)	8,423 (13)	9,920 (14)	0.9	17.8
Others		36,675 (42)	39,068 (47)	32,322 (47)	34,086 (50)	35,951 (53)	35,895 (54)	33,127 (50)	31,929 (48)	33,881 (46)	-0.2	6.1
Agriculture		4,284	3,978	5,114	4,690	4,487	4,659	5,000	4,770	5,166	-1.4	8.3
Residential		31,302	32,912	20,236	22,387	24,417	24,252	23,253	22,890	24,062	2.5	5.1
Commercial		1,089	2,179	6,971	7,009	7,047	6,984	4,874	4,269	4,654	-9.3	9.0
Non-Energy		1,903 (2)	1,767 (2)	4,227 (6)	3,364 (5)	3,299 (5)	901 (1)	3,528 (5)	3,623 (5)	3,882 (5)	-3.0	7.2

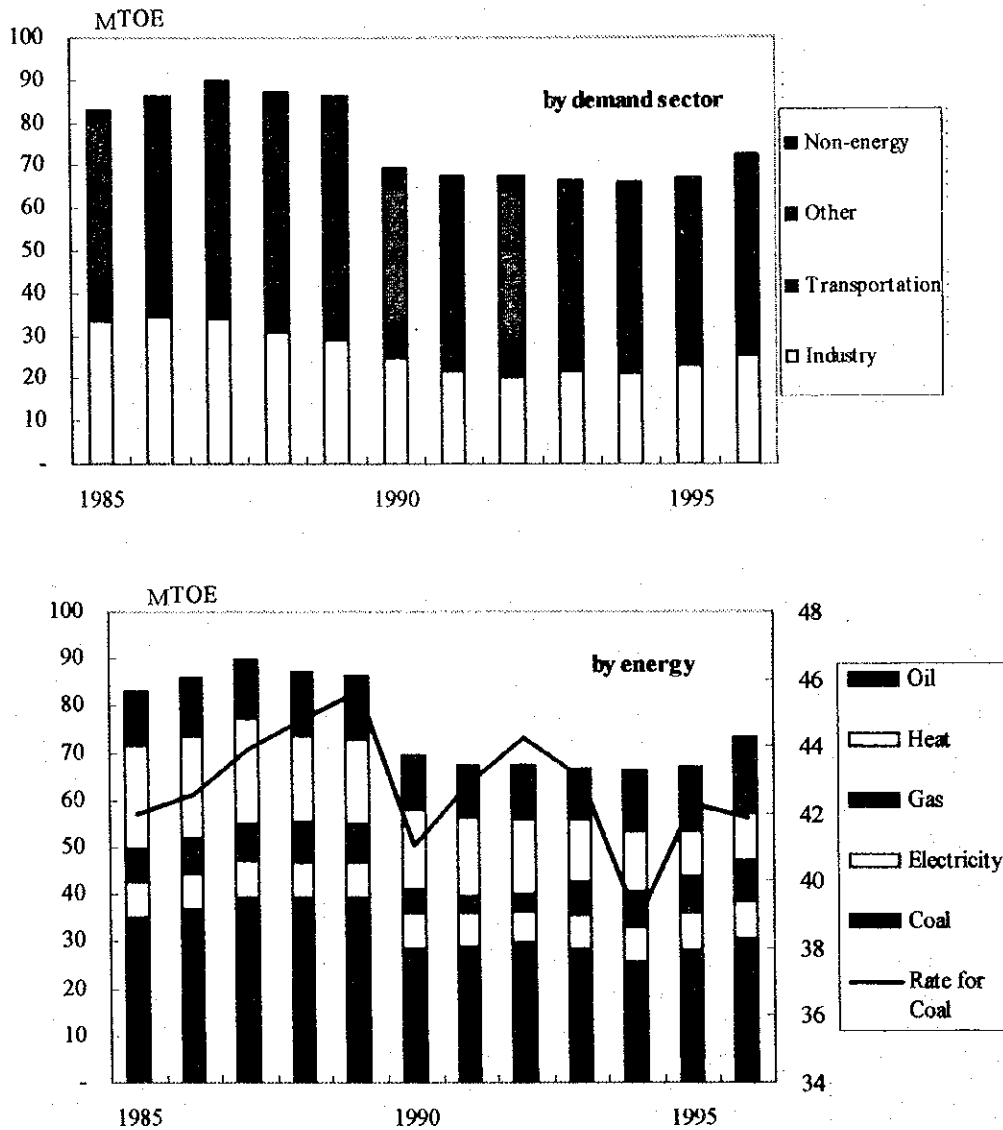
(Note) Figures in parentheses are share in the total.

(Source) GUS, Poland Energy Information Center

需要の推移をみれば、需要水準は、1987 年のピークを未だ超えていない。1990 年から 1995 年の期間の年平均増加率は、マイナス 0.7% である。1996 年は対前年比 +9.1% と大幅に増加したが、それでも 1990 年の水準を 5% 程度上回るものに過ぎない。

エネルギー源で見れば、熱需要の大幅な減少、需要部門で見れば、産業及び「その他」部門の減少がその原因である (Figure 1.7 参照)。

Figure 1.7 Trends of Final Energy Consumption



(3) 産業部門のエネルギー消費

a. 消費の規模と推移

産業部門のエネルギー消費は最終エネルギー消費の 35%を占め、25 MTOE で

ある(1996年)。同年のエネルギー源別内訳は、石炭57%、電力16%、熱10%、ガス10%、石油7%になっている (Table 1.4、Figure 1.8 参照)。

Table 1.4 Energy Demand in the Industrial Sector

(Unit: 1000 TOE, etc.)

	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	95/90	96/95
Total	38,124	33,692	24,708	21,752	19,955	21,778	21,230	22,958	25,325	-1.5	10.3
Coal	11,799 (31)	9,472 (28)	8,518 (34)	7,477 (34)	7,124 (36)	10,049 (46)	10,014 (47)	13,459 (59)	14,463 (57)	9.6	7.5
Oil	2,574 (7)	2,110 (6)	784 (3)	623 (3)	585 (3)	780 (4)	679 (3)	1,326 (6)	1,823 (7)	11.1	37.5
Gas	4,868 (13)	4,413 (13)	2,438 (10)	1,836 (8)	1,498 (8)	2,685 (12)	1,971 (9)	1,949 (8)	2,552 (10)	-4.4	31.0
Electricity	4,269 (11)	3,991 (12)	3,234 (13)	2,867 (13)	2,710 (14)	3,027 (14)	3,390 (16)	3,612 (16)	3,971 (16)	2.2	9.9
Heat	14,615 (38)	13,706 (41)	9,734 (39)	8,950 (41)	8,039 (40)	5,238 (24)	5,177 (24)	2,612 (11)	2,526 (10)	-23.1	-3.3
Iron and Steel	12,248 (32)	10,344 (31)	7,816 (32)	5,999 (28)	5,600 (28)	5,428 (25)	5,742 (27)	6,070 (26)	5,681 (22)	-4.9	-6.4
Chemical	5,236 (14)	5,087 (15)	2,790 (11)	2,495 (11)	2,478 (12)	3,607 (17)	3,547 (17)	4,037 (18)	4,432 (18)	7.7	9.8
Non-ferrous Metal	1,574 (4)	1,252 (4)	571 (2)	555 (3)	338 (2)	372 (2)	684 (3)	708 (3)	828 (3)	4.4	16.9
Non-metallic Mineral	6,232 (16)	5,158 (15)	3,514 (14)	3,339 (15)	3,184 (16)	3,249 (15)	3,325 (16)	3,501 (15)	3,646 (14)	-0.1	4.1
Transportation Equipment	0 ()	0 ()	603 (2)	672 (3)	569 (3)	672 (3)	660 (3)	619 (3)	709 (3)	0.5	14.6
Machinery	4,670 (12)	3,998 (12)	2,231 (9)	1,921 (9)	1,662 (8)	1,782 (8)	1,481 (7)	1,480 (6)	1,535 (6)	-7.9	3.8
Mining and Quarrying	0 ()	0 ()	1,452 (6)	1,265 (6)	1,205 (6)	1,052 (5)	734 (3)	819 (4)	694 (3)	-10.8	-15.2
Food and Tobacco	2,826 (7)	2,976 (9)	2,363 (10)	2,393 (11)	2,156 (11)	2,570 (12)	2,390 (11)	2,684 (12)	3,485 (14)	2.6	29.8
Paper and Pulp	1,123 (3)	1,069 (3)	1,008 (4)	1,039 (5)	969 (5)	1,006 (5)	956 (5)	1,231 (5)	1,250 (5)	4.1	1.5
Wood and Wood Products	649 (2)	597 (2)	446 (2)	425 (2)	427 (2)	446 (2)	440 (2)	507 (2)	654 (3)	2.6	29.0
Construction	1,481 (4)	1,506 (4)	763 (3)	620 (3)	456 (2)	532 (2)	381 (2)	306 (1)	575 (2)	-16.7	87.9
Textile	1,630 (4)	1,432 (4)	1,043 (4)	919 (4)	824 (4)	973 (4)	731 (3)	900 (4)	1,134 (4)	-2.9	25.9
Other Industries	455 (1)	275 (1)	108 ()	111 (1)	86 ()	90 ()	160 (1)	97 ()	702 (3)	-2.1	626.7

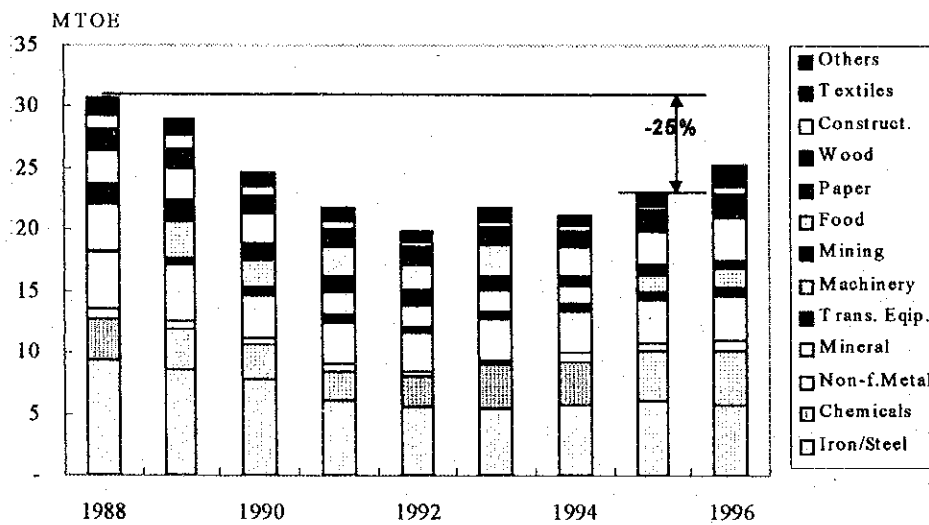
(Note) Figures in parentheses are shares of the total.

(Source) GUS, Poland Energy Information Center

エネルギー消費の推移をみれば、1986年のピークから大きく減少し、1992年にそのボトムを迎える。その後は微増傾向を示し、1996年は対前年比10%強ほど増加した。

1992年までの低下傾向を産業別に見れば、エネルギー多消費産業の鉄鋼、化学、鉱物、機械といった産業での消費が大幅に落ちこんでいることに由来する。逆に、近年の増加トレンドは、こうした素材産業でのエネルギー消費の拡大がある。こうした傾向の背景には、素材産業の生産活動がかなり復興してきたことを意味している。

Figure 1.8 Trends of Energy Consumption in the Industrial Sector



b. 消費変化の要因分析

移行期前後の時期について、産業部門のエネルギー消費の変化がなによってもたらされてきたかを、さらに検討してみよう。詳細なデータが拾える1988～1995年について解析すると、次のような特徴が明らかになる (Figure 1.9, Figure 1.10 参照)。

1995年の産業用エネルギー消費水準は、1988年に比べて約25%ほど小さい。これを(1)産業別のエネルギー消費原単位の変化、(2)産業構造の変化、(3)経済活動水準の変化、という三つの要因に分解する。解析結果をみると、25%ものエネルギー消費水準の低下は、その過半が産業構造の変化に由来すると判断できる。具体的には、エネルギー多消費産業である素材産業の相対的な生産水準の低迷がそれである。

逆に、(1)個別産業のエネルギー消費原単位は、移行期を通じて悪化している。これは、生産活動の低迷が、生産量1単当たりの固定費的なエネルギー消費量を押し上げる効果を持っていたのであろうと推測される。また、(3)産業活動の水準は、1995年では、個別産業の生産水準が1988年レベルにキャッチアップしてきている。

上のような解析結果から、次のようなインプリケーションが読みとれる。これまでのエネルギー消費量の低迷は、多くは、個々の産業における省エネルギーによってもたらされたものではなく、素材産業の相対的な生産低迷に由来しているものである。それゆえ、今後、素材産業が一般経済活動並みに復興してくれば、産業部門のエネルギー消費量は確実に増加することになる。個別産業レベルで見た省エネルギー（エネルギー消費原単位）は悪化傾向しこそすれ、改善傾向を見せてはいない。そのために、個々の産業レベルにおける省エネルギー活動は、今後ともますます重要な課題になる。

Figure 1.9 Factor Analysis of Demand Changes in the Industrial Sector

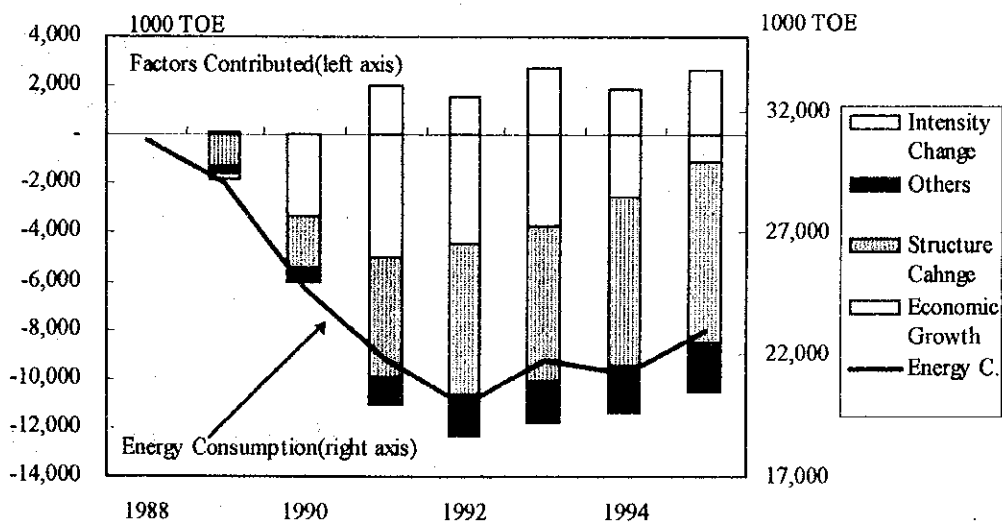
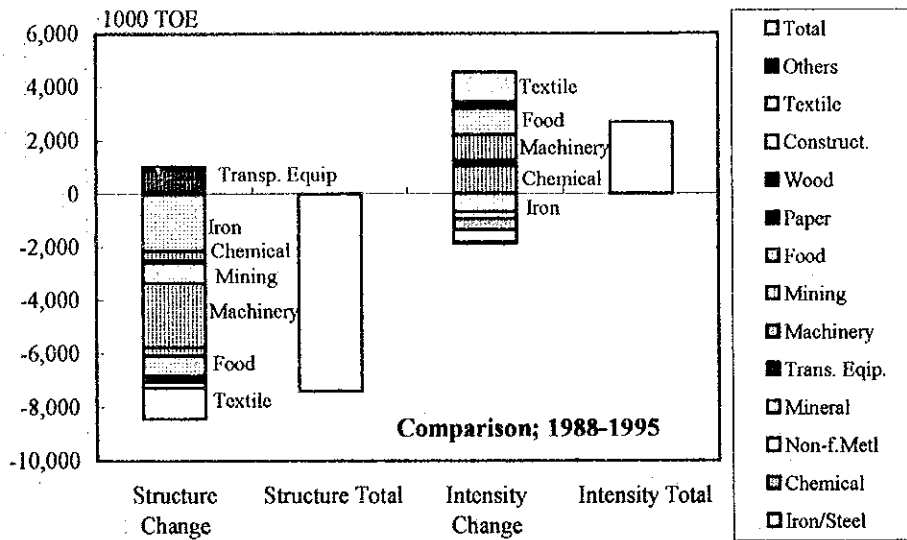


Figure 1.10 Composition of Factors of Demand Changes in the Industrial Sector



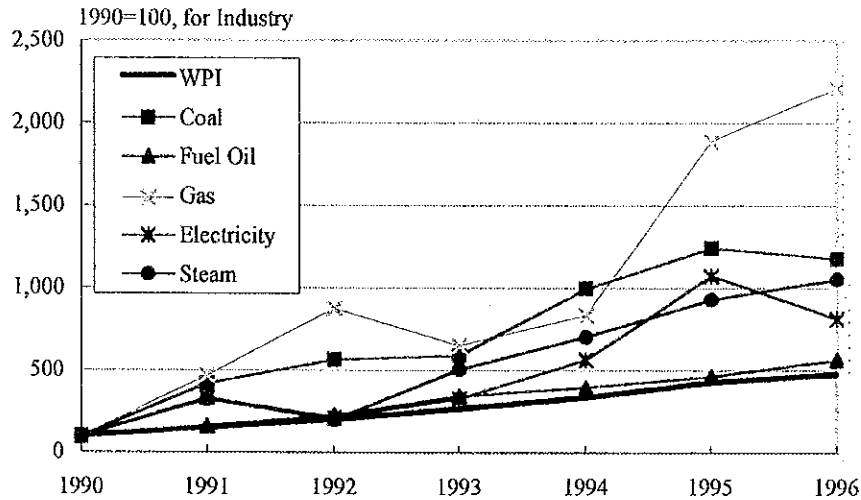
(note) $E = \sum (E_i/V_i) \cdot (V_i/GDP) \cdot GDP$
 E_i : Energy for "i" industry
 V_i : Output for "i" industry in the physical term.

1.1.3 国内エネルギー価格

経済体制が市場経済に移行する以前において、国内のエネルギー価格は、政府の補助金により諸物価に対し低めに抑えられてきた。しかし、市場経済に移行して以来、財政の健全化、市場効率の改善を図る必要性から、国内のエネルギー価格は順次引き上げられている。例えば、1991年と1995年を比較すれば、産業用石炭価格は、43.7 PLN/トンが、130.1 /トンへと3倍ほど高くなり、産業用ガス価格は、140.0 PNL/m³から566.1 PLN/m³へと4倍ほどになった。その他石油製品、電気、熱の料金も同様に値上げされている。

同期間の卸売物価は2.9倍であるから、いずれのエネルギーにおいても実質的な価格上昇である。今後はエネルギー消費抑制政策を実現するためにも、値上げが行われる見通しである (Figure 1.11 参照)。

Figure 1.11 Trends of Domestic Energy Prices for Industry

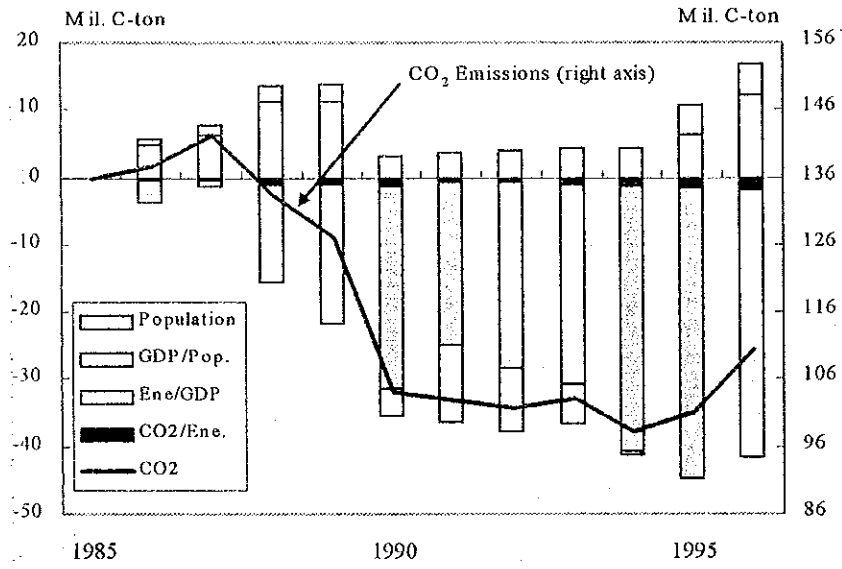


1.1.4 CO₂ 排出量

1995年におけるエネルギー消費を起源とするCO₂排出量は、101×Mil. ton-Cである。1987年のピークに比べれば、30%ほど減少している。しかし、1996年には前年比9.4%の増加で、110×Mil. ton-Cとなった。この値は、1990年に比べれば6%ほど大きいものの、ポーランドが京都議定書の基準年とする1989年値に対しては、マイナス17%である。

CO₂排出量の減少の主たる理由は、マクロ的に見たエネルギー消費原単位（GDPあたりのエネルギー消費量）の改善である。先に述べたように、この消費原単位の改善は、エネルギー転換部門および産業部門で引き起こされている。しかし、産業部門のエネルギー消費の低減は、産業構造変化に依存してきた。それゆえ、今後とも、このトレンドでCO₂排出量が低下するかどうかは、ひとえに、転換部門でのエネルギー効率改善および産業部門での省エネルギー等に依存することになる。

Figure 1.12 Trends of CO₂ Emissions and Contributing Factors



1.2 省エネルギー政策の展開

1.2.1 経済政策、その他の政策と省エネルギー政策の関係

ポーランドの省エネルギー政策は、その経済政策の重要な一環として位置づけられている、ということが出来る。

エネルギー政策に関する重要な政府文書の1つである "Energy Policy Guidelines for Poland until 2010" (1995年10月17日、閣僚会議決定)によると、ポーランドのエネルギー政策・戦略の範囲と性格を決定する要因は、つぎの3つである。

- a. 中央統制経済から市場経済への移行
- b. 企業に対する財政による補助金支給制度の撤廃
- c. 企業の民営化

さらに、上記の文書は、ポーランドによってなされた国際的な約束が、エネルギー政策の形成に大きな影響を与えることも強調している。即ち、それらの中で最も大きな要因は EU 加盟であるが、その他、世銀、国連などとの経済政策などに関する合意に加え、気候変動枠組条約(1989年に調印)も重視されている。

省エネルギー政策について、より具体的に見てみると、上記文書は、ポーランドの市場経済移行開始後の経済政策、その他の政策に関する主要な政府文書----"Strategy for Poland"や"Program of Industrial Policy"など----を踏まえて、その検討のためには、次の3つの基準が重視されていることを明らかにしている。

- a. ポーランドの社会改革コストの低減、ならびに、国民の生活条件の改善
- b. ポーランド経済の国際競争力の強化、ならびに、ヨーロッパ共同体(EU)への早期加盟の促進
- c. 環境への悪影響の最小化

これらの中、a. と b. の達成のためには、エネルギー価格を可能な限り低位に保つとともに、エネルギー消費を削減することを必要とする。また、c. のうちの大きな部分

が、省エネルギー、あるいは、エネルギー消費の効率化によって達成される。

このように見えてくると、ポーランドでは、経済政策を中心とする政府の全体的な政策において、省エネルギーが重要な構成要素として明確に位置づけられている、といえる。

1.2.2 省エネルギーに関する政策の展開

ポーランドでは、1989 年以來、政府によって次のような政策が採られ、それらが、直接的、間接的に、省エネルギーの推進に寄与して来た。

- a. エネルギー価格の引き上げ----各種エネルギー源の価格は、かつては、他の価格と同様に、供給コストを十分に反映しない低い水準にあったが、1989 年以來、前掲の図 1.11 に見られるように、大幅に引き上げられている。このような価格引き上げは、必ずしも省エネルギーのみを狙ったものではないが、それによって、企業や市民に省エネルギーへの関心が多少なりとも生まれてきていることは確かであろう。
- b. 設備・経営の近代化・合理化----国営企業の民営化やリストラクチャリング、外国企業の直接投資によって、企業の設備・経営の近代化・合理化が進み、それが工場における省エネルギーにも寄与している。
- c. 環境政策の進展----ポーランド政府は、特に将来の EU 加盟を念頭に、環境保全への政策推進に力を入れてきた。その一環として、環境改善への投資を促進するための融資・補助金を供与する目的で、国家環境保全・水管理基金(National Fund for Environmental Protection & Water Management : NFEP&WM)や、同じく、その州、市町村レベルでの基金、さらに環境保護銀行(BOS)などを設立している。

NFEP&WM は 1989 年に設立された機関で、環境汚染・破壊に対して課される料金(fee)と罰金(fine)、ならびに、鉱業権付与からの収入を主な収入源としている。この基金は、環境保全のためのプロジェクトに対して、市中金利の 20%から 80%の金利で融資を行う。また、それらプロジェクトに補助金を与える、という業務

も行っている。

また、州、および、市町村レベルにも、NFEP&WP と同種の基金があり、多くの地域熱供給用や公共機関向け熱供給用のボイラーの改造・転換などに融資を行っている。

BOS は、1991 年、NFEP&WM を主要株主として、環境改善事業への投融資を目的として設立された。同行は、次のような優遇金利で融資を行っている----a) 地方自治体に対しては、市中金利の 20%から 60%の金利で、b) 環境改善機器の製造業者に対しては、同じく 40%から 80%で、さらに、c) その他の環境保全プロジェクトについては、60%から 100%で。

これらの機関は、例えば熱供給工場における脱硫設備の設置への低利融資を通じて、その工場全体の設備の効率化をも同時に支援することにより、省エネルギーにも寄与している、ということができる。

また、最近では、上記の国家、および、地方の基金では、それらの融資は、直接的な省エネルギー対策のための投資に対しても行われうるように、規定が改められている。

- d. 「エネルギー法」の制定と省エネルギー推進の規定----1997 年に制定された「エネルギー法」は、「燃料とエネルギーの合理的、かつ、効率的な利用」を謳い、具体的には、工場で使用される機器・設備にエネルギー効率に関するスタンダードを設けることを規定している。現在、具体的なスタンダード設定の作業が行われている。
- e. 省エネルギー推進機関の設立と国際協力の推進----KAPE、その地方機関、その他いくつかの省エネルギー推進機関が設立され、省エネルギーに関する PR、教育・訓練、調査、工場診断などの活動を行っている。

(注) 以下の記述は、主に次の資料による。

International Institute for Energy Conservation, "The Market for Energy Efficiency in Poland," April 1997.

KAPE は、1994 年、ポーランド政府の、省エネルギー促進を担う機関を育成しようとする意図のもとに、いくつかの省（経済省、環境省など）を株主とする”joint stock company”として設立された。KAPE は地域的な省エネルギー機関の全国ネットワークの構築を開始しており、すでに 12 の地域機関が存在している（主に地方自治体所有による）。

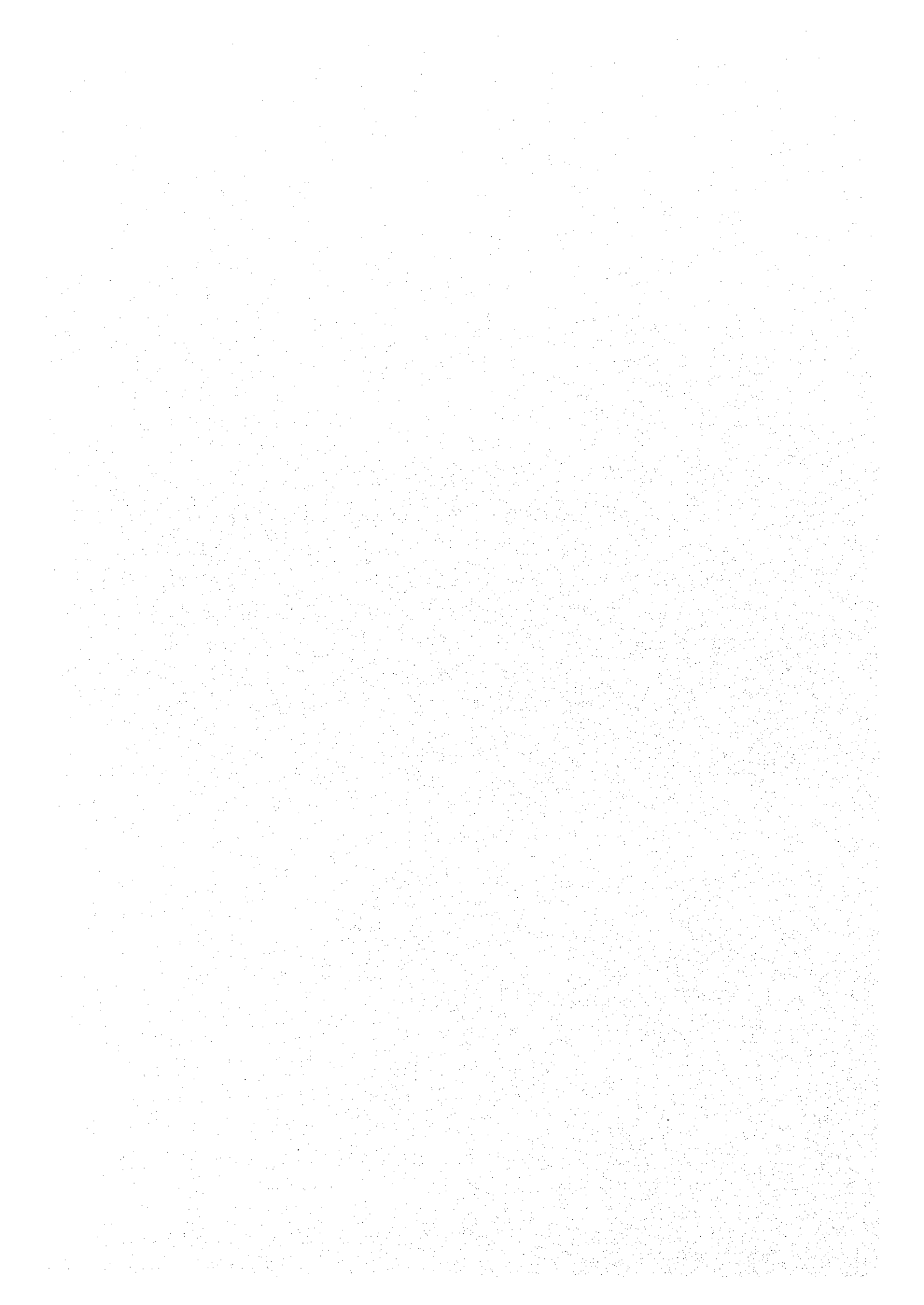
次に、省エネルギー財団（The Foundation for Energy Conservation）は、1992 年、省エネルギー・プログラムを開発する非営利機関として、ポーランド開発銀行によって設立された。その主要な業務は、現在のところ、トレーニング、調査などである。

この財団の関連機関として設立されたのが、NAPE(National Agency for Energy Conservation)である。その主な業務はエネルギー診断の収入を主な収入源として、ポーランドで ESCO を発展させることである、といわれている。

最後に、FEWE（The Polish Foundation for Energy Efficiency）は、当初、1990 年にアメリカ政府の援助を主要な基金として設立された。しかし、FEWE は今では、コンサルタント業務を主な収入源とする独立的な機関として活動している。

これらの機関は、政府が進める外国政府（日本、オランダ、デンマーク、アメリカなど）や国際機関（EU、国連など）との協力活動において、その実施主体としての役割も果たしている。本調査のカウンターパートである KAPE は、これ以外にも、オランダ、EU などとの多くの協力活動に携わり、ポーランドの各分野の省エネルギー推進に努めている。

2. 対象産業ならびに機器における エネルギー消費の現状の分析



2. 対象産業ならびに機器におけるエネルギー消費の現状の分析

2.1 はじめに

本章では、対象産業および対象機器について、エネルギー消費の現状を推定する。

その目的は、「省エネルギー・マスタープラン」を作成するために、まず、

a. それらの産業および機器におけるエネルギー消費の現状の推定を行い（本章）、

次いでそれに基づいて、

b. 同じく、省エネルギー対策の選択とその経済評価を行い（第4章）、その上で、

c. 同じく、省エネルギーのポテンシャルを推定すること（第5章、および、第6章）

にある。

2.2 対象産業におけるエネルギー消費の推定

本調査の対象産業としては、原則として、エネルギー診断の行われた工場の属する産業が選ばれた。しかし、化学産業については、診断の対象とされた工場が、石炭化学、工業薬品、および、染料の工場であり、これらの業種は化学セクターのエネルギー消費における比重が極めて低いものであることから、「政策調査」の対象としては適当ではない、と考え、このセクター最大のエネルギー消費者であるアンモニア製造業を調査対象とすることとした。

即ち、ここでの調査対象は、以下に掲げるセクター、および、サブセクターである（鉄鋼、化学、機械、窯業、食品などの大きな分類での業種 ---- 本調査の“Scope of Work”で定められた業種 ---- をセクター、それらの中に含まれる小さな業種をサブセクターと呼ぶこととする）。

- (1) 鉄鋼
- (2) 化学
 - (2)-1 アンモニア
- (3) 機械
 - (3)-1 トラック
 - (3)-2 トラクター
- (4) 窯業
 - (4)-1 ガラス
 - (4)-2 シリカ・ライム・ブロック (Silica Lime Block ; S.L.B.)
- (5) 食品
 - (5)-1 植物油製品
 - (5)-2 食肉製品
 - (5)-3 酪農製品

これらの業種は、合わせて、ポーランドの製造業全体のエネルギー消費の約 30% を占めている（表 2.1）。その中で、消費量が特に大きいのは鉄鋼で、全体の 18% を占め、それにアンモニアが 6%で続いている。一方、トラック、トラクター、シリカ・ライム・ブロック (S.L.B)、さらに、植物油製品などの割合はそれぞれ製造業全体の 1%にも満たない。

Table 2.1 Energy Consumption and Energy Intensity in Targeted Industries in 1997

Name of industries	Production (1000t/y or 1000pcs/y)	Energy consumption		Energy Intensity		
		(TJ/y)	(%)	Fuel (MJ/t or pcs)	Electricity (MJ/t or pcs)	Total (MJ/t or pcs)
Iron & steel	11,590	218,803	17.54	17,925	1,897	19,822
Ammonia	2,252	73,931	5.93	31,406	1,811	33,217
Truck	58	2,002	0.16	25,150	9,830	34,980
Tractor	23	1,423	0.11	43,075	19,078	62,153
Glass	1,422	25,241	2.02	15,984	1,904	17,888
Silica Lime Block	1,496	1,256	0.10	810	30	840
Vegetable Oil	602	4,754	0.38	8,105	945	9,050
Meat Products	1,241	21,566	1.73	11,644	2,616	14,260
Dairy Products	2,615	28,256	2.27	7,880	1,260	9,140
Sub-total		377,232	30.24			
Manufacturing Total		1,247,423	100.00			

(Note) "pcs" means pieces which are used for truck and tractor.

(Source) Central Statistical Office(GUS); JICA Team' estimates.

表 2.1 に示した各産業のエネルギー消費量、および、エネルギー消費原単位(Energy Intensity ; E.I.)の推定は、次のような方法で行われた。

第 1 に、エネルギー消費量については、

- a. ポーランドの統計にエネルギー消費量が記載されている産業に関しては、それらをそのまま用いた。
- b. しかし、その記載のない産業に関しては、まず、下記のようにして、E.I. を推定し、それと製品の生産量とを用いて、消費量を計算した。このような方法を用いた産業は、対象 9 産業のうち、アンモニア、トラック、トラクター、シリカ・ライム・ブロック(S.L.B.)の 4 つに上っている。

第2に、E.I.の推定については、

- a. E.I.がそのままポーランドの統計資料に記載されている場合には、その妥当性を点検した上で、それらを用いた（アンモニア---エネルギー市場局〈Energy Market Agency；元のエネルギー情報センター〉の統計資料による）。
- b. E.I.がそのまま統計に記載されていなくとも、関連データが記載されている場合には、製品のプロセス別の生産構成、総エネルギー消費量などを考慮した上で、それらを参考にしてE.I.を推定した(鉄鋼)。
- c. これら2つ以外の産業のうち、トラック、トラクター、S.L.B.の3つの産業に関しては、工場診断、アンケート調査や、日本、その他の国のデータ、情報などを参考にして、われわれが独自に推定を行った。

最後に、

- d. 残りの4つの産業 --- ガラス、植物油、食肉製品、酪農製品 --- については、統計に記載されている各産業の総エネルギー消費量を製品の生産量で除した値を、各産業におけるE.I.の推定値とした。但し、各産業を構成する主要製品のE.I.の推定に当っては、上記のc)と同じようなデータ、情報を参考にした。

ここで、各産業におけるE.I.の推定に際して既存の統計の値を前提にしたのは、対象産業の将来のエネルギー消費量の予測、ならびに、省エネルギー・ポテンシャルの推定に当って、従来ポーランドの統計値との連続性を確保し、それによって、予測値や推定値を過去の数字と比較できるようにすることが望ましい、と考えたためである。なお、この点は鉄鋼についても、同様である。

従って、これらの産業の原単位には、製品の生産に直接使われるエネルギー以外のものも含まれている(例えば、工場の輸送関連のエネルギーなど。一般的に、日本、欧米においても、通常エネルギー消費統計、および、生産統計だけからでは、個別製品のE.I.の推定は不可能であることが多い)。

そのため、ここで推定した E.I.について、日本、その他の国の優良工場との単純な比較は適当ではない、ということに留意されたい。

2.2.1 鉄鋼

(1) 産業の概要

ポーランドでは、年間約 1,100 万トン前後の粗鋼が生産されている。1996 年における生産方式別の生産量の割合を見ると、以下の通りである。

・ 転炉鋼	: 6,758,000 トン
・ 電気炉鋼	: 2,554,000 トン
・ 平炉鋼	: 1,121,000 トン
・ 合計	: 10,432,000 トン

転炉鋼は、Katowice、Sendzimira の 2 大製鉄所で高炉-転炉方式によって生産されており、上記のように、粗鋼全体の約 3 分の 2 を占めている。

Czestochowa 製鉄所も高炉を持っているが、電気炉により鋼を生産している。さらに、電気炉により粗鋼を生産している工場は、Czestochowa の他に 6 つに上る。また、平炉を有する工場は 7 つを数える。

これらの他に、鋼の加工のみを行う工場がかなり存在するが、その正確な数は明らかではない。因みに、1997 年のエネルギー統計にそのデータが収録されている鉄鋼会社は 27 である。

1993 年以降、鉄鋼産業においては「リストラクチャリング」計画（1993 年-2002 年）が進行中であり、(1)粗鋼生産能力の削減、(2)平炉の電気炉への転換、(3)熱延鋼板生産能力の拡大、(4)労働者数の削減、などが行われてきた。例えば、「連铸比率」は 1990 年の 9%から 1996 年には 37%、さらに 1997 年には 49%に上昇している。

この計画は、1997 年 12 月の EU との合意に基づいて、1998 年 6 月には、1998

年から 2005 年に至る計画として修正され、発表された。この計画では、上記のような設備の近代化が引続き進められるが、2005 年の目標として、粗鋼生産については 1,180 万トン、粗鋼生産能力については 1,320 万トンが掲げられている。

また、この計画の総所要資金は 122 億 PLN、うち、近代化投資の額は 84 億 PLN、環境保全投資は 3 億 PLN と見込まれているが、近代化投資の所要資金は全て企業自身が調達すべきもの----外国企業の投資受入も含め----とされている。

これまでは、外国企業による投資は、Lucchini 社（イタリア企業による）に対する小規模なものに限られていたが、最近、上記の Katowice、および、Sendzimir の 2 大企業も、それぞれ、イギリス、オーストリア・オランダの企業と投資受入れの交渉を行っている、と伝えられる。

(2) エネルギー消費の現状

上述の通り、鉄鋼産業はポーランドで最大のエネルギー消費産業であり、1997 年には、21 万 8,803TJ のエネルギーを消費した。

この数字に基づいて、そのエネルギー消費原単位 (E.I.) を推定してみると、粗鋼 1 トン当りのエネルギー消費量は 19.8 GJ であり、これをポーランドの鉄鋼生産に対応したモデル上の優良工場の E.I. (14.5 GJ) と比較してみると、それをかなり上回っていることが分かる。つまり、ポーランドの鉄鋼産業の省エネルギー・ポテンシャルは 30%近い、ということができる。

工場診断の対象とされた 2 工場、Labedy と Ostrawice の E.I. は、それぞれに対応するモデル上の優良工場のその、それぞれ、1.6 倍(4.2GJ/2.6GJ)、1.7 倍(15.4GJ/9.2GJ)である。

2.2.2 アンモニア

(1) 産業の概要

ポーランドには、天然ガスからアンモニアを製造する工場が 5 つあり、これらが同国の全てのアンモニアを製造している。生産量は 1997 年に 225 万トン余りで、1995 年からほぼ横ばいを続けている。

5 工場のうち最大手は Puławy 社工場であり、1997 年の全アンモニア生産量の 45%弱を占めるが、それに Police 社工場（生産シェアは約 20%）、Kedzierzyn-Kozle 社工場（同じく 15%）、さらに、Tarnow 社工場（約 10%）、Wloclawek 社工場（約 10%）と続いている。

鉄鋼産業と同様に、この産業でも（肥料産業の一部として）、2005 年を目標年次とする近代化、リストラクチャリングの計画が進められている。この計画 ---- "Great Chemical Synthesis" ---- では、例えば、エネルギー消費を平均 30%削減することが目標として謳われている。

他方、アンモニア製造に対する外国企業の投資は、これまでのところ、見られない。

(2) エネルギー消費の現状

ポーランドでは、1997 年にアンモニア製造のために、計 73,931 TJ の天然ガスと電気が消費された。いうまでもなく、この中には、原料用の天然ガスが含まれている。化学セクターにおけるエネルギー消費は 1997 年に 208,698 TJ であったから、アンモニア製造はその 35%を占めていることになる。

ポーランドの統計によると、アンモニア製造工場の E.I.は 33 GJ/t であり、優良工場のそれ（31 GJ/t）との差は極めて小さい。

このような状態は、アンケート調査の回答によると、すでにこれまで、いくつかの工場で“アンモニア合成工程の「近代化」”、“合成工程へのパージ・ガスからの水素の回収”などの対策が講じられてきたことによる、と推測される。

2.2.3 トラック

(1) 産業の概要

ポーランドには、約 15 のトラック会社があり、そのうち 2 つが、鑄造・鍛造工程は持たないが、その他の各種の部品組立てから車両の組み立てに至る一貫生産の態勢を採っている。1 つは、工場診断の行われた STAR 社、もう 1 つが JELCZ 社であり、ともに、新興のポーランド企業である ZASADA グループの傘下にある。

これらの他の工場は、一部、自らエンジンの製造を行っているところもあるようだが、多くは完成部品を組み立てるノックダウン工場であり、部品は国内外から調達している。

1997 年のトラック生産は 57,300 台で、このうち、上記の一貫製造の 2 社が約 5,000 台、残りの 52,300 台を他の会社が製造している、と推定される。

ノックダウン部門には、すでに外国企業の進出が見られるが、経済省の専門家によると、今後は、これらの企業も部品のポーランドでの国産比率を漸次高めていく、と予想されている。

(2) エネルギー消費の現状

トラックの製造に使われているエネルギーの量は 1997 年に 2,002 TJ で、製造業全体の 0.2% を占めるに過ぎない。

上の 2.1 で見たとおり、工場診断によると、STAR 社工場のエネルギー消費原単位は、優良工場のそれに比して非常に高い。即ち、それは、優良工場の 6 倍から 7 倍(221.4GJ/30.6-38.6GJ)に達している。

われわれは、このような診断結果、その他のデータ、情報を参考にして、下記のような想定を行い、トラック業界全体の平均 E.I. を 1 台当たり約 34.4GJ と推定した。

即ち、a)トラック工場を STAR、および、JELCZ の部品製造・組立て2工場と、国内外から完成部品を持ち込んで組み立てるノックダウン工場の2つのグループにわけ、b)1997年の生産を STAR/JELCZグループは5,000台、ノックダウン・グループは52,300台と想定し、c)STAR/JELCZグループのE.I.を約207GJ/台、ノックダウン・グループのE.I.を約18GJ/台と想定した。

2.2.4 トラクター

(1) 産業の概要

ポーランドには、トラックと同様、15程度のトラクター（農業用）製造会社があるが、これらのうち、部品から最終組立てまでの一貫製造を行っているのは、国有企業の URSUS 社のみである。

1997年のトラクター生産は22,800台で、うち、URSUSは14,500台と、全体の半分以上を占めている。しかし、その台数は1995年の16,518、1996年の16,717から低下する傾向を示し、全体の生産がほぼ横ばいを続けている中で、URSUSはシェアを縮小してきている(1998年のURSUSの生産は11,000台程度とも予想されている)。

このような数字の背景にあるのは、同社の民営化の遅れ、それと並行している全体的な合理化の遅れである（但し、工場診断が示すように、その工具工場では、見事な合理化、管理の改善が進んでいることは、注目される）。

一方、外国企業は、トラクター市場の低迷にも拘らず、将来の国内外の市場を展望して、すでにノックダウン生産に進出している。

(2) エネルギー消費の現状

トラクター生産に使われているエネルギーの量は、1997年に1,423TJで、製造業全体の0.1%を占めるに過ぎない。

工場診断によると、URSUS社のE.I.は、優良工場に比して1.7倍から2倍(76.2GJ/38.4-46.4GJ)の大きさを示している。

われわれは、このような調査結果や、その他のデータを参考にして、他の工場も含むトラクター製造の平均 E.I.を 62.4GJ/台と推定した。その際、次のような想定を行った。

即ち、a) ポーランドのトラクター工場は上記のように URSUS とその他のノックダウン工場の 2つのグループに分かれる。b) URSUS とノックダウン・グループの生産量は上記のような割合である。c) URSUS の E.I.は 87.92 GJ/台、ノックダウン・グループのそれは 18.28GJ/台である。

2.2.5 ガラス

(1) 産業の現状

ポーランドでは、多くの種類のガラス製品が生産されている。それらは、a) 板ガラス、b)ビン・ガラス、ならびに、c) 食器・照明用ガラスに分けられている。1997年の生産量は下記の通りである。

・板ガラス	: 426,000 トン
・ビン・ガラス	: 873,000 トン
・食器・照明用ガラス	: 122,000 トン
・合計	: 1,421,000 トン

板ガラスの製造会社は 8 社あるが、有力 2 社 ---- HSO Sandomierz と HSO Szczakowa ---- のうち、後者は、すでにイギリスのピルキントン社の最新の技術であるフロート方式の成型工程を持ち、また、最近、フランスのサン・ゴバン社が板ガラス生産に参入している。

ビン・ガラスの製造会社は 14 社あるが、31%のマーケット・シェアを持つ HSO Jaroslaw 社が最大手であり、それぞれ約 10%のシェアを持つ他の 2 社 ---- HS Ujscie と Wielkopolska HS ---- と合わせると、上位 3 社で全体の半分以上を支配している。

食器・照明用ガラスの製造会社も 14 を数えるが、この分野も、さらにクリ

スタル・ガラス、その他の小分野に細分化してみると、その小分野での世界的な会社 ---- “Krosno” Glassworks SA ---- を含め、それぞれが1、2の少数のリーダー企業のもとにある。

(2) エネルギー消費の現状

この業界のエネルギー消費量は1997年に21,860 TJで、製造業全体の2%を占めた。

工場診断の結果によると、E.I.は、対象となったビン・ガラス工場、食器・照明用ガラス工場のうち、前者については、生産ラインによって、優良工場とほぼ同じ水準(135.6GJ/131.6GJ)から、その2倍以上(289.9GJ/131.6GJ)までの差があった。また、後者のE.I.は、優良工場の2倍以上(25.6GJ/11.2GJ)であった。

さらに、同じく、板ガラス工場では、アンケート調査の結果などから、優良工場の1.5倍程度(15.9GJ/10.5GJ)のエネルギーが使われている、と推定されている。

これらの調査、推定などの結果、ならびに、ポーランドの統計データから、われわれは、1997年のポーランドのガラス製造のE.I.を17.9 GJ/tと推定した。その際、次のような想定を行った。

即ち、a) ガラス工場は板ガラス、ビン・ガラス、食器・照明用ガラスの3つのグループに分けられる。b) 各グループの製品生産量は(1)に示した通りである。c) 1997年における各グループのE.I.は、板ガラスが14.564 GJ/t (10.5 GJ/t)、ビン・ガラスが12.883 GJ/t(7.5 GJ/t)、食器・照明用ガラスが65.059 GJ/t(39.04 GJ/t)である(カッコ内は優良工場のE.I.の推定値である)。

2.2.6 シリカ・ライム・ブロック (S.L.B.)

(1) 産業の概要

建築物の壁や床の材料として用いられるS.L.B.の生産は、最近の、特に住

宅建設の低迷と、競合製品である軽量発泡コンクリート（Autoclaved Light Concrete）生産の相対的に高い伸びとに災いされて、1995年の429百万個から1997年の379百万個へと低下している。ある業界関係者の推定によると、下記のように、建築物の壁・床材市場において、この製品のシェアは競合製品に大きく遅れをとっている（数字はマーケット・シェア〈%〉を示す）。

----軽量・発泡コンクリート	40
----赤煉瓦	33
----S.L.B.	7
----その他のコンクリート製品	7
----その他の製品	13

この製品の製造会社は主なもので24ほどあり、それらが34の工場を運営している。これらは全てポーランド企業であり、上述のような市場の状況を反映して、外国企業の投資は行われていない。

(2) エネルギー消費の現状

S.L.B.の製造に使われているエネルギーの総量は1997年に1,256TJで、製造業全体の0.1%を占めるに過ぎない。

工場診断によると、対象となったSILIKATY社工場のE.I.は優良工場の2.3倍(1.68GJ/0.72GJ)の大きさであった。

われわれは、その他に、アンケート調査などのデータ・情報も利用して、ポーランドのS.L.B.製造用のE.I.を0.8GJ/tと推定した。

2.2.7 植物油

(1) 産業の概要

調理用の植物油（油とマーガリン）を生産するこの産業には、約15の工場がある。そのうち8つの工場が最終製品を製造しており、うち4社は大手

であり、最終製品生産量全体の約 80%を占めている。これらの工場のうち 3つは、外国企業に所有されている。

残りの 7、8 社は、最終製品は製造せず、原料から原油を抽出する、という半製品生産の会社である。

原料から最終製品に至る流れを見ると、上記の 8 つの会社は 2 つに分けることができる。即ち、1 つは、原料を自ら処理して原油を作り、それを製品に仕上げる工場であり、もう 1 つは、原油は国内外から買い付けて、それを製品に仕上げる工場である。後者の、国内供給者からの買い付け量は定かではないが、外国から輸入される原油は全原油処理量の約 3 分の 1 と推定されている。

植物油の生産は、ここ数年、上昇傾向をみせており、1997 年には、602,000 トンに達した。上に述べた“原料から最終製品に至る流れ”と“企業の大小”とを組み合わせて、現在の最終製品生産量の割合を推定してみると、次のようになる。

----大手・国産原料使用の企業によるもの	50%
----大手・輸入原料使用の企業によるもの	30
----中小・国産原料使用の企業によるもの	15
----中小・輸入原料使用の企業によるもの	5

(2) エネルギー消費の現状

植物油生産に使われるエネルギーの量は 1997 年に 5,457 TJ で、製造業全体の 0.4%を占めるに過ぎなかった。

工場診断の結果によると、対象となった OLVIT 社工場の E. I. は優良工場のその 1.9 倍(5.1GJ/2.7GJ)であった。但し、この工場は原料からの搾油-抽出の工程を持たないので、それを持つ工場に比して E. I. はかなり低い。

われわれは、ポーランドのエネルギー統計と生産統計によって、1997 年に

おけるこの産業の E. I. を 9.050 GJ/t (燃料は 8.105 GJ/t、電気は 0.945 GJ/t) と推定した。ここに見られるように、平均 E. I. は OLVIT 社工場よりもかなり高い。また、それは、優良工場の 3 倍以上である。

2.2.8 食肉加工

(1) 産業の概要

このサブセクターには、牛、豚、鶏などの屠殺と生肉処理に始まり、それらのハム、ベーコン、ソーセージなどへの加工に至る工程が含まれる。

1997 年に最終消費者に販売された (つまり、家庭、レストランなどで消費された) これらの食肉製品は 1,241,000 トンで、牛および豚がそのうちの 1,086,000 トンと、大半を占める。しかし、近年は鶏の伸びが大きい。1997 年において最終消費者に販売された食肉製品は次の通りである。

----塩漬けた豚・牛肉	945,000 トン
----塩漬けた鶏肉	120,000
----加工した豚・牛肉	141,000
----加工した鶏肉	36,000
----合計	1,241,000

ポーランドで牛および豚の加工製品の製造に携わるのは、5,000 工場から 6,000 工場に上る、と推定されている。それら工場のうち、ANIMEX、Sokolow、および、Farm Food の大手 3 つのグループに属するものが市場の 20% 程度を支配している、と見られている。これらの他に、Lukuw、および、Bialystok の国営企業 2 社が大手に属する。

また、鶏肉加工に携わるのは 400 工場乃至 500 工場といわれ、うち、先の ANIMEX の他、DROBIMEX、DROSET、INDYKPOL の 4 つの企業グループ傘下の工場が約 35% のマーケット・シェアを持つ、と推定されている。

これらのポーランド企業によるグループ化に加え、この市場への外国企業

の進出もかなり見られる。

(2) エネルギー消費の現状

食肉加工においては、1997年に17,679 TJのエネルギーが使われたが、これは製造業全体の1.7%に当る。食肉産業は、本調査で採り上げた3つの食品加工産業の中では第2のエネルギー消費者である。

工場診断によると、対象となったKosian, Lubmeatの2工場のE.I.は、それぞれ優良工場に比して1.9倍(8.4GJ/4.2GJ)、および、2.4倍(14.4GJ/5.9GJ)と、非常に高い水準にある。

これらの結果、その他のデータ、情報を参考にして、われわれはポーランドの食肉加工業のE.I.は14.3GJ/tである、と推定した。その際、次のような想定を行った。

即ち、a) 最終消費者に販売された量は上記の通りである。b) これらの製造に使われたエネルギーの総量は上記の17,679 TJ (EMAの統計による)である。

2.2.9 酪農製品

(1) 産業の概観

酪農製品の生産は1990年の3,213,000トンから1996年の2,558,000トンへと減少を示した。エネルギー消費という観点からは、市乳、粉乳、バター、チーズなどが主な製品である。これらのうち、市乳の生産は1990年代初には大きな減少を記録したが、近年は増大傾向を示している。粉乳およびバターの生産は、最近、僅かながら上昇の兆しが見えるようではあるが、1990年初以来、かなり長い間、低下の傾向を見せていた。また、チーズの生産は1990年代前半に減少した後、最近は着実な上昇を示している。

このサブセクターには、1996年末現在、約300の会社・法人があり、うち260が協同組合で、約700の工場を持ち、残りの約40が民間会社である、

と推定されている。これらの市乳、粉乳、バター、チーズなどを生産している工場に加え、主にアイスクリームを作っている大手の会社が 7 つほどある。

食品加工の他の 2 つのサブセクターに比べると、このサブセクターでは、外国企業の投資や国内の大企業による統合の動きは活発ではない。しかし、それでも、すでにドイツ、フランス、オランダ、デンマークなどの企業が進出していることは、留意しておく必要がある。

(2) エネルギー消費の現状

このサブセクターでは、1997 年に 23,895 TJ のエネルギーが使われたが、これは製造業全体の 2.3% に当る。酪農製品産業は、本調査で採り上げた 3 つの食品産業の中では最大のエネルギー消費者である。

工場診断の結果によると、対象となった Obrzanska 社の工場の E.I. は優良工場のその 1.2 倍(4.1GJ/3.4GJ)と、他のサブセクターの対象工場に比して、優良工場との差がかなり小さい。

しかし、ポーランドにおける市乳、粉乳、バター、チーズなど、主要な酪農製品の E.I. を、ポーランドのサブセクター別の統計（エネルギー消費量と製品生産量）から推定して、日本の推定値と比較してみると、その格差は非常に大きいことがわかる（表 2.2）。

例えば、市乳（いわゆる飲料用ミルク）について見ると、ポーランドにおける市乳生産のための E.I. は 7.51 GJ/t と推定されるが、それに対して日本のそれは 2.38 GJ/t と推定される。また、酪農製品の中で E.I. が最も高い粉乳を見ると、ポーランドの 35.14 GJ/t に対して、日本のそれは 17.52 GJ/t と推定される。

Table 2.2 Comparison of Estimated Energy Intensities for Manufacturing Dairy Products in Poland and Japan in 1997

	Poland			Japan		
	Fuel (MJ/t)	Electricity (MJ/t)	Total (MJ/t)	Fuel (MJ/t)	Electricity (MJ/t)	Total (MJ/t)
Processed milk	6,300	1,208	7,508	388 <1,552>	576 <828>	964 <2,380>
Powdered milk	32,470	2,673	35,143	11,627 <15,502>	1,512 <2,016>	13,139 <17,518>
Butter	6,335	904	7,239	1,550 <3,100>	540 <684>	2,090 <3,784>
Cheese & others	6,365	1,311	7,676	1,938 <2,713>	1,044 <1,620>	2,982 <4,333>

(Note) Figures with < > and without < > for Japan show the maximum and minimum estimated by the JICA Team , respectively.

2.3 対象機器におけるエネルギー消費の推定

対象産業における現在の総エネルギー消費の推定に加え、対象産業における次の7種のエネルギー関連機器についても、現在のエネルギー消費の推定を行った。

- (1) 照明
- (2) エア・コンプレッサー
- (3) モーター
- (4) 変圧器
- (5) 暖房
- (6) ボイラー
- (7) 工業炉

エネルギー消費の現状の推定は、主に工場診断およびアンケート調査の結果にもとづいて行った。これらの機器については、各産業における基数、エネルギー消費量などの統計が存在していないので、まず、2.2 で推定された各セクター、サブセクターのエネルギー消費において、各機器がどの程度の割合を占めているかを推定し、次いで、その結果に基づいて、各機器のエネルギー消費を推定する、という方法を使った。

表 2.3 に各産業における各機器のエネルギー消費「割合」、エネルギー消費原単位（E.I.）、ならびに、エネルギー消費量を示す。なお、この表にある E.I.およびエネルギー消費量は全て、2.2 で述べた各産業における E.I.およびエネルギー消費量の内数である。

2.3.1 照明

照明については、次に述べるコンプレッサー、モーター、および、変圧器とともに、まず、各セクター、サブセクターにおける電力の消費量全体の中で、それらがどの程度の割合を持つか、を推定した。

Table 2.3 Energy Consumption in Seven Types of Equipment in Targeted Industries in 1997

	Steel	Ammonia	Truck	Tractor	Glass	S.L.B.	Veget.	Meat	Dairy	Total
[Share in Total(%)]										
Lighting	4.0	0.2	5.9	3.4	1.0	2.0	2.0	5.6	2.0	3.3
Compressor	4.5	9.0	10.2	19.5	29.5	11.0	9.0	3.3	10.0	7.6
Motor	24.0	20.0	29.6	44.6	49.1	7.0	15.0	54.1	24.0	28.2
Transformer	7.4	2.0	15	18.2	3.5	7.0	3.0	4.9	7.0	6.4
Total Electricity	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
[Energy Intensity(MJ/t or pcs)]										
Lighting	76	4	581	642	26	1	19	146	25	
Compressor	86	163	1,000	3,728	562	3	85	86	126	
Motor	455	362	2,906	8,514	934	2	142	1,416	302	
Transformer	140	36	1,475	3,468	66	2	28	127	88	
Total Electricity	1,897	1,811	9,830	19,078	1,904	30	945	2,616	1,260	
Heating	1,954	11,620	8,335	12,101	1,045	267	3,647	2,318	473	
Boiler	3,115	15,703	16,599	18,373	2,541	753	5,674	10,995	6,698	
Heating Furnace	1,009	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Fuel	17,925	31,406	25,150	43,075	15,984	810	8,105	11,644	7,880	
[Energy Consumption(TJ/y)]										
Lighting	881	9	34	15	37	1	11	181	65	1,235
Compressor	997	367	58	86	799	4	51	107	329	2,798
Motor	5,273	815	168	196	1,328	3	85	1,757	790	10,416
Transformer	1,623	81	85	80	94	3	17	158	230	2,370
Total Electricity	21,986	4,078	569	439	2,707	45	569	3,246	3,295	36,935
Heating	22,647	26,168	483	278	1,486	399	2,195	2,877	1,237	57,770
Boiler	36,103	35,363	961	423	3,613	1,126	3,416	13,645	17,515	112,165
Heating Furnace	11,694	0	0	0	0	0	0	0	0	11,694
Total Fuel	207,751	70,726	1,456	991	22,729	1,212	4,879	14,450	20,606	344,801

その結果は、照明の割合は、1997年に9つ全てのセクター、サブセクターの合計で3.3%であり、照明用の電力消費は1,235 TJ (343 GWh)であることを示している。

2.3.2 コンプレッサー

コンプレッサーにおける電力消費は1997年に全体の7.6%を占め、2,798 TJ(777GWh)であった。

2.3.3 モーター

モーターにおける電力消費は1997年に全体の28.2%で、10,416 TJ (2,893Wh)であった。この中には上記のコンプレッサーで使われているモーターの分も含まれている。

2.3.4 変圧器

変圧器における電力消費は1997年に全体の6.4%で、2,370 TJ (658GWh)であった。

2.3.5 暖房（空調）

暖房（空調）における燃料消費は1997年に9つの産業全体の燃料消費(344,801 TJ)の16.8%を占め、57,770 TJであった。

2.3.6 ボイラー

ボイラーにおけるエネルギー消費は1997年に全体の32.5%を占め、112,165 TJであった。この中には、上記の暖房用に使われた部分も含まれている。

2.3.7 工業炉

本調査では、鉄鋼業における高炉、転炉、電気炉や、ガラス製造における熔融炉など、製造過程において主要な役割を果たしているものは除き(それらについては、2.2 で検討されている)、例えば鉄鋼業における加熱炉のようなものだけを探り上げた。その結果、対象産業のうち、鉄鋼以外では、工業炉用の燃料消費は計上されていない。

鉄鋼業における「工業炉」の燃料消費はその燃料消費の5.6%、また、対象産業全体の3.4%を占め、11,694 TJであった。