

国際協力事業団
ブルガリア産業省

ブルガリア共和国省エネルギー計画調査報告書
(I)

ブルガリア共和国
省エネルギー計画調査
報告書

(I)

94年3月

1994年3月

国際協力

財団法人 省エネルギーセンター

JICA
905
67
MPI
LIBRARY

鉦調工
JR
94-069

国際協力事業団
ブルガリア産業省

ブルガリア共和国
省エネルギー計画調査
報告書

(I)

JICA LIBRARY



1118724121

1994年3月

財団法人 省エネルギーセンター

国際協力事業団

27370

序 文

日本国政府は、ブルガリア共和国の要請にもとづき、同国の省エネルギー計画策定のための調査を行うこととし、国際協力事業団がこの調査を実施することとした。

当事業団は、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平成4年6月から平成6年1月までの間、5回にわたりブルガリア共和国に派遣し同国政府及び関係機関と協議を行うと共に、その協力を得て、省エネルギー政策、対象工場の診断、関係資料の収集等を行った。

また、日本国内においては、これらの調査結果を踏まえ、収集データの検討、解析等の作業を行ってきたが、今般、ここに本報告書の完成の運びとなった。

本報告書が同国の省エネルギー計画の策定に寄与すると共に、両国の友好、親善の一層の発展に貢献できれば幸いである。

最後に、本調査の実施に当たり、多大のご協力をいただいたブルガリア共和国政府、在ブルガリア国日本国大使館、外務省、通商産業省の関係各位に対し心より感謝の意を表するものである。

1994年2月

柳谷謙介

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介

目次 報告書・第 I 編

1. 調査の内容
2. ブルガリア共和国のエネルギー状況
3. 製造工業分野に対する
省エネルギー推進施策実施状況
4. 提言
5. モデル工場におけるエネルギー使用状況調査
 - 5.1 洗剤工場
 - 5.2 食用油工場
 - 5.3 紙パルプ工場
 - 5.4 繊維工場
 - 5.5 ガラス工場
6. 添付資料
(団構成、カウンターパート、現地日程、S/W、計測器)

内 容

1. 調査の内容

- 1.1 調査の背景
- 1.2 調査の目的
- 1.3 調査の範囲
- 1.4 カウンターパート政府機関および調査対象
- 1.5 調査の方法
- 1.6 現地調査の実施状況
- 1.7 調査団、カウンターパートの構成ならびに現地調査日程

2. ブルガリア共和国のエネルギー状況

- 2.1 一般状況
- 2.2 エネルギー資源とエネルギー需給状況

3. 製造工業分野に対する省エネルギー推進施策実施状況

- 3.1 旧体制下の省エネルギー政策
- 3.2 省エネルギー政策の現状

4. 提 言

- 4.1 エネルギー需給、省エネルギー政策の問題点
- 4.2 エネルギー政策の確立
- 4.3 エネルギー主管組織の明確化
- 4.4 エネルギー価格の適正化
- 4.5 省エネルギー施策実行機関の設置
- 4.6 工場省エネルギー推進施策
- 4.7 技術開発

5. モデル工場におけるエネルギー使用状況調査

- 5.1 洗剤工場の調査結果
 - 5.1.1 工場の概要
-

-
- 5.1.2 エネルギー管理の状況
 - 5.1.3 エネルギー使用上の問題点と対策
 - (1) 生産工程
 - (2) 合成洗剤乾燥機
 - (3) ボイラ
 - (4) スチーム配管
 - (5) 暖房管理
 - (6) 受配電ならびに電気使用設備
 - (7) 効果の合計

5.2 食用油工場の調査結果

- 5.2.1 工場の概要
- 5.2.2 エネルギー管理の状況
- 5.2.3 エネルギー使用上の問題点と対策
 - (1) 生産工程
 - (2) ボイラ
 - (3) スチーム配管
 - (4) 受配電ならびに電気使用設備
 - (5) 効果の合計

5.3 紙パルプ工場の調査結果

- 5.3.1 工場の概要
 - 5.3.2 エネルギー管理の問題点
 - 5.3.3 エネルギー使用上の問題点と対策
 - (1) 生産・整備体制
 - (2) パルプ製造工程
 - (3) 薬液回収工程
 - (4) 白水の循環
 - (5) 抄紙工程
 - (6) スチーム系統
 - (7) 発受配電設備、電気設備
 - (8) 効果の合計
-

5.4 繊維工場の調査結果

5.4.1 工場の概要

5.4.2 エネルギー管理の状況

5.4.3 エネルギー使用上の問題点と対策

- (1) 毛織物仕上工程乾燥機
- (2) 毛織物整理工程
- (3) 紡績、織物工程
- (4) スチーム供給
- (5) 用 水
- (6) 暖房・換気
- (7) 排熱回収
- (8) 受配電設備、電気設備
- (9) 効果の合計

5.5 ガラス工場の調査結果

5.5.1 工場の概要

5.5.2 エネルギー管理の状況

5.5.3 エネルギー使用上の問題点と対策

- (1) ガラス溶解炉
- (2) 徐冷炉
- (3) 製品化学組成・計算物理特性
- (4) エコノマイザ
- (5) 受配電設備、電気設備
- (6) 効果の合計

6. 添付資料

List of Tables

- Table 1.1 Names of Surveyed Factories
- Table 2.1 Exports and Imports in Bulgaria by Economic Zones
- Table 2.2 Trend of National Budget
- Table 2.3 Major Expenditures
- Table 2.4 Trend of Energy Supply
- Table 2.5 Trend of Coal Supply
- Table 2.6 Trend of Natural Gas Supply
- Table 2.7 Trend of Oil Supply
- Table 2.8 Trend of Electric Power Supply
- Table 2.9 Electric Power Generation
- Table 2.10 Composition of GDP by Industries
- Table 2.11 Trend of Energy Consumption by Sectors
- Table 2.12 Trend of Energy Consumption in Industries
- Table 2.13 Production Amount and Final Energy Consumption
- Table 2.14 Number of Factories by Industries (1990)
- Table 3.1 Transition of Energy Prices
- Table 4.1 Summary of Proposed Policies
- Table 5.1.1 Trend of Production (t/y)
- Table 5.1.2 Trend of Sales Amount (t/y)
- Table 5.1.3 Trend of Energy Consumption
- Table 5.1.4 Natural Gas Consumption by Month (1992)
- Table 5.1.5 Outline of Principal Equipment
- Table 5.1.6 Specification of Dryer
- Table 5.1.7 Raw Material Cumulative Feed
- Table 5.1.8 Material Balance
- Table 5.1.9 Composition of Natural Gas
- Table 5.1.10 Result of Measurement
- Table 5.1.11 Heat Balance Chart of Dryer
- Table 5.1.12 Change of Heat Balance by Water Content of Slurry
- Table 5.1.14 Heat Loss from Boiler Surface
- Table 5.1.15 Heat Balance Chart of Boiler
- Table 5.1.16 Quality of Feed Water and Boiler Water
- Table 5.1.17 Reduction of Exhaust Waste Heat by Improving Air Ratio
- Table 5.1.18 Heat Radiation from Steam Valve
- Table 5.1.19 Heat Loss from Steam Pipe

Table 5.1.20 Monthly Electric Power Consumption by Substation

Table 5.1.21 Characteristics of Transformers

Table 5.1.22 Electric Power Tariff

Table 5.1.23 Result of Measurement on Compressor

Table 5.1.24 Result of Measurement on Blower

Table 5.2.1 Trend of Production

Table 5.2.2 Trend of Energy Consumption

Table 5.2.3 Trend of Unit Energy Consumption

Table 5.2.5 Heat Loss from Boiler Surface

Table 5.2.6 Heat Balance Chart of Boiler

Table 5.2.7 Quality of Feed Water and Boiler Water

Table 5.2.8 Reduction of Exhaust Gas Retention Heat by Improving the Air Ratio

Table 5.2.9 Inspection Result of Steam Trap

Table 5.2.10 Electric Power Consumption by Process (1992)

Table 5.2.11 Load of Motors

Table 5.2.12 Summary

Table 5.3.1 Trend of Production

Table 5.3.2 Trend of Energy Consumption

Table 5.3.3 Trend of Unit Energy Consumption

Table 5.3.4 Trend of Unit Energy Consumption by Process

Table 5.3.5 Outline of Principal Equipment

Table 5.3.6 Energy Consumption Unit Rate

Table 5.3.7 Generated Black Liquor

Table 5.3.8 Evaporation Ratio

Table 5.3.9 Operation of Boilers

Table 5.3.10 Process Temperature

Table 5.3.11 Dryer Cylinder Surface Temperature

Table 5.3.12 Surface Temperature of Steam Pipe & Cylinder End Plate

Table 5.3.13 Moisture Contents of Dry End Paper on Reel

Table 5.3.14 Temperature & Humidity of Fresh Air

Table 5.3.15 Exhaust from B-28 Machine Hood

Table 5.3.16 Heat Radiation Surface Area of Valves

Table 5.3.17 Generated and Received Power

Table 5.3.18 Power from Power Station to B-28 Substation

Table 5.3.19 Power Received at B-28 Substation

Table 5.3.20 Power Distributed from B-28 Substation (No. 6 Line)

Table 5.3.21 Power Distributed from B-28 Substation (No. 22 Line)

Table 5.3.22 Power Distributed from B-28 Substation (6 kV No.46 line)

Table 5.3.23 Compressor Load

Table 5.3.24 Summary

Table 5.4.1 Trend of Production

Table 5.4.2 Trend of Sales Amount

Table 5.4.3 Trend of Energy Consumption

Table 5.4.4 Trend of Unit Energy Consumption

Table 5.4.5 Monthly Production & Energy Consumption

Table 5.4.6 Outline of Principal Equipment

Table 5.4.7 Water Content of Sample

Table 5.4.8 Measuring Result

Table 5.4.9 Heat Demand for Drying

Table 5.4.10 Heat Radiation from Dryer Surface

Table 5.4.11 Heat Balance Chart

Table 5.4.12 Change in Nature of Wool by Heating

Table 5.4.13 Effect of Drying Load Decrease

Table 5.4.14 Average Outdoor Temperature in Sofia

Table 5.4.15 Operation Condition of Finishing

Table 5.4.16 Temperature & Humidity vs Yarn Break

Table 5.4.17 Recommended Humidity

Table 5.4.18 Comparison of Yarn Break with Japan

Table 5.4.20 Working of Steam Trap

Table 5.4.21 Insulation of Steam Pipe & Valve in Steam Substation

Table 5.4.22 Water Balance

Table 5.4.23 Heat Loss Through Building Perimeter

Table 5.4.24 Heat Balance of Space Heating

Table 5.4.25 Recoverable Heat in Finishing Process

Table 5.4.26 Power at #2 Substation

Table 5.4.27 Maximum Power Demand at #2 Substation

Table 5.4.28 Average Power at #2 Substation

Table 5.4.29 Measuring Result of #3 Substation

Table 5.4.30 Power from #3 Substation to Dryer

Table 5.4.31 Power of Dryer Circulation Fan

Table 5.4.32 Power of Dry Finishing Shop

Table 5.4.33 Power of Woollen Shop

Table 5.4.34 Power of Pump

Table 5.4.35 Summary

Table 5.5.1	Trend of Production
Table 5.5.3	Trend of Energy Consumption
Table 5.5.3	Trend of Unit Energy Consumption
Table 5.5.4	Outline of Principal Equipment
Table 5.5.5	Composition of Fuel Gas
Table 5.5.6	Pulled Glass
Table 5.5.7	Batch Composition
Table 5.5.8	Input of Material
Table 5.5.9	Generated Gas from Raw Material
Table 5.5.10	Flow & Composition of Exhaust Gas & Air
Table 5.5.11	Flow of Air at Alternator
Table 5.5.12	Enthalpy Fuel Gas
Table 5.5.13	Enthalpy of Air
Table 5.5.14	Enthalpy of Exhaust Gas
Table 5.5.15	Heat Loss from Wall Surface (kcal/h)
Table 5.5.16	Heat Balance Table
Table 5.5.17	Reference Table of Heat Balance
Table 5.5.18	Specification of Refractory
Table 5.5.19	Insulating Effect of Melter Crown
Table 5.5.20	Insulation Effect of Regenerator Crown
Table 5.5.21	Insulation Effect of Port Crown
Table 5.5.22	Insulation Effect of Melter Breast Wall
Table 5.5.23	Summary of Insulation Effect
Table 5.5.24	Quality Standard of Cullet in Japan
Table 5.5.25	Stind Production Data
Table 5.5.26	#2 Plant Production
Table 5.5.27	Properties of Products
Table 5.5.28	Recommendable Batch Composition
Table 5.5.29	Specification of Economizer
Table 5.5.30	Properties of Exhaust Gas
Table 5.5.31	Specification of Induced Draft Fan
Table 5.5.32	Measurement Result of Power Consumption
Table 5.5.33	Specifications of Compressors
Table 5.5.34	Summary

List of Figures

- Figure 1.1 Overview of the Study on the Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria
- Figure 2.1 Trend of Coal Supply
- Figure 2.2 Trend of Natural Gas Supply
- Figure 2.3 Trend of Oil Supply
- Figure 2.4 Trend of Electric Power Supply
- Figure 2.5 Trend of Energy Consumption by Sectors
- Figure 2.6 Trend of Energy Consumption in Industries
- Figure 2.7 Energy Consumption in Industries (1991)
- Figure 2.8 Energy Unit Consumption Rate by Industries
- Figure 2.9 Number of Factories (1990)
- Figure 2.10 Energy Consumption per Factory
- Figure 3.1 Government Organization Chart
- Figure 5.1.1 Natural Gas Consumption (1992) $\times 10^6 \text{ m}^3$
- Figure 5.1.2 Factory Layout
- Figure 5.1.3 Production Processes
- Figure 5.1.4 Electric Power One Line Diagram
- Figure 5.1.5 Flow Sheet of Dryer
- Figure 5.1.6 Structure of Furnace
- Figure 5.1.7 Structure of Dryer
- Figure 5.1.8 Raw Material Cumulative Feed
- Figure 5.1.9 Fuel Gas Flow
- Figure 5.1.10 Inlet Hot Air Flow Rate
- Figure 5.1.11 Inlet Hot Air Temperature
- Figure 5.1.12 Outlet Air Temperature
- Figure 5.1.13 Boiler Structure
- Figure 5.1.14 Insulation of Valve & Flange
- Figure 5.1.15 Heating Effect by Radiator Setting
- Figure 5.2.1 Factory Layout
- Figure 5.2.2 Production Process
- Figure 5.2.3 Electric Power One Line Diagram
- Figure 5.2.4 Dhulling Process Improvement
- Figure 5.2.5 Preheat before Flaking
- Figure 5.2.6 Utilization of DT Vapor
- Figure 5.2.7 Material Balance of Extraction Process
- Figure 5.2.8 Boiler Structure

Figure 5.2.9 Change of Oxygen Contents in Exhaust Gas

Figure 5.2.10 Insulation of Valve & Flange

Figure 5.3.1 Heat Energy Unit Consumption

Figure 5.3.2 Electric Power Unit Consumption

Figure 5.3.3 Water Unit Consumption

Figure 5.3.4 Factory Layout

Figure 5.3.5 Production Processes

Figure 5.3.6 Electric Power One Line Diagram

Figure 5.3.7 Kraft Pulp Process

Figure 5.3.8 Cooking Curve

Figure 5.3.9 Operation of Multi-effect Concentrator

Figure 5.3.10 Pickling System

Figure 5.3.11 O₂ Content of Recovery Boiler Exhaust Gas

Figure 5.3.12 White Water Recovery System

Figure 5.3.13 Clean Water Recovery Filter

Figure 5.3.14 Dryer Cylinder Surface Temperature

Figure 5.3.15 Surface Temperature of Steam Pipe and Cylinder End Plate

Figure 5.3.16 Thermal Video Picture of Cylinder No.32

Figure 5.3.17 Thermal Video Picture of Cylinder No.66

Figure 5.3.18 Wet Sheet Moisture and Cylinder Surface Temperature

Figure 5.3.19 Temperature & Humidity of Fresh Air

Figure 5.3.20 B-28 Drainage System

Figure 5.3.21 Steam Condensate Flow

Figure 5.3.22 Outdoor Steam Collector

Figure 5.3.23 Insulation of Valve & Flange

Figure 5.3.24 Generated and Received Power

Figure 5.4.1 Monthly Heat (Steam + Hot Water) Consumption

Figure 5.4.2 Weaving km vs. Electric Power Consumption MWh

Figure 5.4.3 Factory Layout

Figure 5.4.4 Production Process

Figure 5.4.5 Electric Power One Line Diagram

Figure 5.4.6 Measuring Point of Dryer

Figure 5.4.7 Installation of Exhaust Fan

Figure 5.4.8 Damper Control of Dryer Exhaust Air & Cooling Air Taking in

Figure 5.4.9 Material Temperature vs Water Content

Figure 5.4.10 Piping of Steam & Condensate of Dryer

Figure 5.4.11 Equilibrium Moisture Content vs Humidity

Figure 5.4.12 Simple Control System
Figure 5.4.13 Connection of Steam Pipe with Rotary Joint
Figure 5.4.14 Psychrometric Chart
Figure 5.4.15 Saturation Efficiency by Spray Direction
Figure 5.4.16 Integration of Air Conditioner
Figure 5.4.17 Steam Pressure Reduction
Figure 5.4.18 Insulation of Valve & Flange
Figure 5.4.19 Flow Rate of Well Water
Figure 5.4.20 Flow Measurement by Weir
Figure 5.4.21 Waste Heat Recovery from Warm Effluent
Figure 5.4.22 Recovery of Flash Steam
Figure 5.4.23 Power Consumption of Water Pump
Figure 5.4.24 Q-P Curve of Water Pump
Figure 5.4.25 Q-H Curve of Water Pump
Figure 5.4.35 Summary
Figure 5.5.1 Heat Energy Unit Consumption
Figure 5.5.2 Electric Power Unit Consumption
Figure 5.5.3 Factory Layout
Figure 5.5.4 Production Processes
Figure 5.5.5 Electric Power One Line Diagram
Figure 5.5.6 Measuring Data for Combustion (Rightside Combustion)
Figure 5.5.7 Measuring Data for Combustion (Leftside Combustion)
Figure 5.5.8 Reaction Heat of Batch by Cullet Content
Figure 5.5.9 Heat Balance Chart
Figure 5.5.10 Thermo-Video Picture of Regenerator
Figure 5.5.11 Relation between Checker Size and Efficiency
Figure 5.5.12 A Kind of Ware Transfer
Figure 5.5.13 Heat Transfer Tube of Economizer
Figure 5.5.14 Flowchart of Economizer
Figure 5.5.15 Power of Heater & Fan of #1 Annealing Lehr
Figure 5.5.16 Power of Heater of #3 Annealing Lehr
Figure 5.5.17 Power of Compressor

1. 調査の内容

1. 調査の内容

1.1 調査の背景

(1) 第2次世界大戦後、ソ連の影響下で社会主義体制をとってきた東欧諸国は、1989年末のベルリンの壁崩壊以降、民主主義・市場経済への改革を急速に推進している。

ブルガリアにおいては、1989年10月の政権交代により民主化が始り、2回の自由選挙を経て、1991年11月に初の非共産勢力内閣が誕生した。

経済改革は1991年2月から着手された。第1段階としての金融・為替・価格の自由化、農地改革および緊縮財政・高金利政策による経済安定化をめざす改革に成功し、国営企業の民営化を推進する第2段階に入っている。このため1992年4月には「国営企業民営化法」を成立させ、1992年8月には民営化庁を設立し積極的に民営化を進めている。しかし、中小規模の企業については民営化が進んでいるが、国営大企業については株式会社化されたものの、株は国により保有されており、実質的には民営化は殆ど進んでいない。

ブルガリアは他の東欧諸国同様に多額の対外債務（1992年末で債務額は130億ドル）を抱えている。さらに、輸出入の約80%を占めていたコメコン体制の解体やユーゴスラビア紛争の影響を受けて工業生産は落込み、失業率も1992年末には約13%に達した。1992年のGDPは前年比20%減少し、市場経済への移行過程の不況に直面している状況である。

こうした中で1993年2月にはECとの連合協定に署名し、1993年7月にはEFTA（European Free Trade Association）との協定を発効させ、西側市場との貿易の拡大を図っている。

(2) ブルガリアでも他の東欧諸国と同様に、社会主義体制時には企業は国営であり、さらにエネルギーの価格は政策的に低く押えられていたために、省エネルギーに対するインセンティブがなかったことから、エネルギー消費のGNP原単位は西欧諸国と比べても約30%悪いとされている。

ブルガリアは一次エネルギー供給の2/3を輸入に依存しているが、コメコン体制下のバーター取引からハードカレンシーによる市場取引への移行に伴い、今後はエネルギー価格の国際市場価格への上昇およびそれに伴う外貨支出増加が避けられない。

国内エネルギー供給については旧型の原子力発電所の安全性、火力発電所の老朽化、天然ガスや輸入電力の供給元の限定の問題がある。産業の沈滞による需要減退でここ当分の供給不足は生じないとされているが、長期的な視点からは供給体質は脆弱である。

これらの点から、エネルギーの有効利用はブルガリアにとっての重要な課題となっている。

(3) このような背景のもと国際協力事業団（JICA）はわが国の東欧支援政策の一環として、同国へプロジェクト選定確認調査団を派遣し本件実施の可能性について先方と意見交換を行った結果、1991年7月にブルガリア政府より本件調査に係わる要請がなされた。

ブルガリアからの要請を受け、予備調査団および事前調査団を派遣して必要な調査・協議を行った後、1992年2月本件調査の要請国側カウンターパート機関である産業・貿易省と調査団との間で Scope of Work (S/W) が締結された。

JICA は本調査を(財)省エネルギーセンターに委託して実施することにした。

なお、1992年5月に産業・貿易省は産業省と貿易省に分割されたが、本件調査については産業省が責任を持ってカウンターパートを引き継ぐこととなった。

1.2 調査の目的

本調査は下記(a)～(e)項の調査により、ブルガリア共和国の製造工業分野における省エネルギーの推進に寄与することを目的とする。

- (a) 製造工業における国レベルの省エネルギー施策の提言
- (b) 省エネルギー推進のための組織とその活動についての提言
- (c) モデル工場における技術面、管理面の改善による省エネルギー可能性の調査
- (d) 製造工業部門の省エネルギー推進のための資料作成
- (e) カウンターパートに調査手法等の技術を移転

1.3 調査の範囲

1.3.1 ブルガリア共和国のエネルギー状況調査

- (1) 政府のエネルギー政策
- (2) ブルガリアのエネルギー状況の現状
- (3) 各産業のエネルギー使用状況

1.3.2 製造工業分野に対する省エネルギー推進施策の実施状況調査

- (1) 関連法規、法令
- (2) 現状の省の省エネルギー推進計画
- (3) 関係機関の省エネルギー推進活動の状況と評価
 - a. 現状の省エネルギー推進活動
 - b. 過去の活動実績
 - c. 省エネルギー推進の将来計画

1.3.3 調査対象 5 業種 5 工場のエネルギー使用状況調査

- a. 工場概要
- b. エネルギー管理状況
- c. エネルギーフローチャート
- d. 主なエネルギー消費機器の状況、
- e. 各工場の問題点と現状のプロセスの変更を伴わない対策
- f. 対策効果の見積り
- g. 製造工業における省エネルギー推進のためのテクニカルガイドライン用資料の作成

1.3.4 ブルガリアにおける省エネルギー推進のため提言

- a. 省エネルギー推進のための新組織
- b. 同組織の活動
- c. 製造工業分野の省エネルギー推進施策

1.4 カウンターパート政府機関および調査対象

1.4.1 カウンターパート政府機関：産業省

産業省は建築用資材製造工場を除く製造工場および石油、天然ガス供給を所管している。

1.4.2 調査対象

(1) 工場

Table 1.1 Name of surveyed Factories に示す。

Table 1.1 Names of Surveyed Factories

Factory type	Name	Located at:
Synthetic detergent	Verila	Sofia
Vegetable oil	Prima-M	Polski Trambesh
Paper and pulp	Celhart	Stamboliiski
Textile	Nitex-50	Sofia
Glass	Stind	Sofia

(2) エネルギー関連機関

(a) 相手国政府機関

1.5 調査の方法

調査の全体像を図式化し、Figure 1.2に示す。

Ministry of Industry

Committee of Energy

Ministry of Finance

Ministry of Environment

Ministry of Regional Development, Housing and Building

National Statistical Institute

Standardization and Metrology Committee

(b) 製造工業部門の省エネルギー施策関連機関

Industrial Energetics

Scientific and Technical Unions in Bulgaria

National Electric Company

Bulgargas

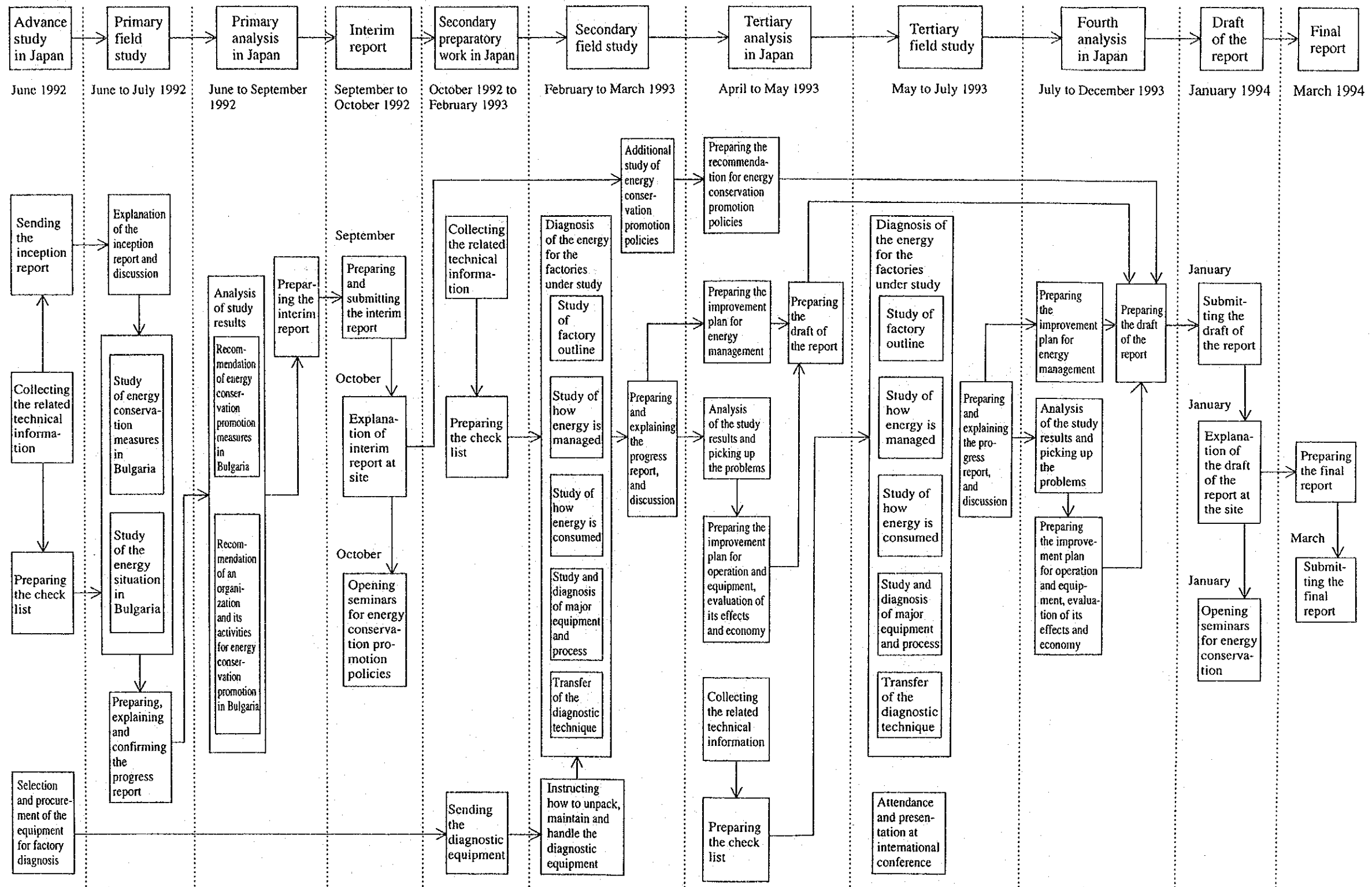
Petrol

Electro Impex

Bulgarian Chamber of Commerce and Industry

Ecotech Products

Figure 1.2 Overview of the Study on the Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria



1.5.1 第1次現地調査 (1992年6月15日から7月10日まで)

1.3調査の範囲のうち、ブルガリア共和国のエネルギー状況、政府のエネルギー政策、製造工業分野に対する省エネルギー推進施策の実施状況について、産業省、エネルギー関連機関、関係工場からの聞き取りならびに資料収集により調査を行う。

この際、調査の円滑な進行を図るため、インセプションレポートを作成して第1次現地調査時に持参し、調査開始前にカウンターパートに本調査内容を説明する。

1.5.2 第1次国内作業 (1992年7月11日から10月19日まで)

第1次現地調査の結果を踏まえ、日本ならびに諸外国における政府の省エネルギー施策を参考にして、ブルガリア共和国の実状に適應した施策提言案を作成する。

1.5.3 インテリムレポート報告 (1992年10月20日から10月30日まで)

作成後予めブルガリアに送付しておいた施策提言案につき、現地でカウンターパートならびに政策関係者と討議し、ブルガリア側の意見を吸い上げ、最終報告書に織り込むようにする。

1.5.4 第2次現地調査準備 (1992年10月31日から1993年2月14日まで)

診断対象業種に関するエネルギー消費特性を調査し、現地調査において遺漏がないようにチェックリストを作成する。

1.5.5 第2次現地調査 (1993年2月15日から3月28日まで)

a. 団長と2名の団員を先発させ、団長は関係機関訪問等による情報収集により、省エネルギー施策のフォローアップを行い、団員2名は工場調査診断機材の引取り、開梱、調整を行う。機材の準備が完了した時期に合わせて残りの団員が現地入りし、合成洗剤工場、食用油工場の調査を実施する。

b. 工場調査実施に先立ちカウンターパートに対して診断機材の取扱い法の説明並びに訓練を行う。

また、カウンターパート並びに調査対象工場担当者に対し、チェックリストに基づき調査法の説明を行うとともに、資料の準備や測定機取付場所の仕事を依頼する。

c. 工場の概要調査、エネルギー管理状況調査はチェックリストに基づく聞き取り調査、資料収集、帳簿閲覧、視察により現状、問題点ならびに今後の計画を把握する。エネルギー使用設備の状況調査、エネルギー使用上の問題点調査は持参した診断用機材による測定、図面調査、過去のデータの点検、実際作業の観察を通じて、操業法や設備性能の実態、問題点を摘

出・把握する。

工場調査実施時にはカウンターパートに対する診断方法、解析手順の技術移転にも心掛ける。

- d. 各工場調査終了時には工場幹部に測定結果、観察に基づく所見を報告し、意見交換を行う。
- e. さらに、現地調査終了時にはブルガリア側と調査内容を確認のうえ、プログレスレポートを作成して産業省に提出する。

1.5.6 第3次国内作業（1993年3月29日から5月28日まで）

- a. 1.5.4第2次現地調査準備と同様に第3次現地調査の準備を行う。
- b. 合成洗剤工場および食用油工場の調査結果解析および問題点の把握を行い、改善方策を作成する。

エネルギー管理の問題点と改善策についてはエネルギー管理組織、目標設定、エネルギー消費実績データの記録・活用、従業員教育等の省エネルギー推進体制全般にわたり、日本国内の同種工場で採用され、成果を挙げている管理手法ならびに現地の事情に照らして検討し、当該工場に適用可能と思われる改善方策を提案する。

エネルギー使用上の問題点と対策については、現行のプロセスの変更を伴わない範囲で行う既設設備の小改修または設備附加による省エネルギー改善方策を検討し、経済性評価を行って、当該工場に適切と思われる改善方策を提案する。

1.5.7 第3次現地調査（1993年5月29日から7月10日まで）

- a. 1.5.5第2次現地調査と同様の手順を経て、ガラス工場、紙パルプ工場、繊維工場の調査を行う。
- b. また、この間に Scientific and Technical Unions in Bulgaria 主催の「エネルギーフォーラム」に参加して、日本の省エネルギー政策、産業界の活動内容の発表を行う。

1.5.8 第4次国内作業（1993年7月11日から1994年12月）

- a. 1.5.6第3次国内作業に引き続き、1.5.5第2次現地調査、1.5.7第3次現地調査の結果解析および問題点の把握を行い、改善方策を作成し、提案する。
- b. さらに、工場調査の結果を踏まえ、各業種毎にエネルギー管理ならびにエネルギー使用上の注意すべき点を抽出し、主要な省エネルギー技術やその実施例を示して、カウンターパートがこれを基に独自の省エネルギー技術ガイドラインを作成し得るような資料を作成し提供する。
- c. ブルガリア共和国の製造業分野における省エネルギー施策に関する提言については、イン

テリムレポートの内容に1.5.3インテリムレポート報告の際得られた情報を織り込む。

- d. 以上の結果をまとめて、ドラフトファイナルレポートとして完成し、ブルガリアに送付する。

1.5.9ドラフトファイナルレポートの現地説明（1993年1月）

- a. ドラフトファイナルレポート内容をカウンターパートに説明し、理解を求める。
- b. この機会に調査結果を反映させた内容の省エネルギー普及セミナーを開催する。

1.6 現地調査の実施状況

1.6.1 エネルギー情勢、省エネルギー施策調査

カウンターパートの適切なアレンジメントにより、調査は順調に実施でき、所期の目的を果たすことができた。

1.6.2 工場調査

- a. 現地調査用機材の到着が当初予定の1993年1月から2月中旬に変更になったことにより、調査団が年度末の3月中に帰国しなければならない制約から、当初2月から3月にかけて5工場を調査する予定であったのを、3月に合成洗剤工場、食用油工場の2工場のみを実施し、6月から7月にかけて残りの3工場を調査するように変更された。
- b. 調査対象工場のうちガラス工場と紙パルプ工場は以下の理由で当初予定の工場から別工場に変更された。

Category	Initial chosen factory to be surveyed	Factory to which survey was changed	Reason for the change
Glass	Interior	Stind	Stop of factory operation by reduced Sales
Paper pulp	Rulon Iskar	Celhart	Stop of the thermal source by periodic repair by the heat supplier

両工場とも調査には協力的であり、急な変更にもかかわらず調査に支障は生じなかった。

1.6.3 カウンターパート

カウンターパートの技術水準は高く、診断機材の取扱いにも早く習熟し、調査の後半ではカウンターパートのみで測定できるまでになった。また、メンバーのモラルも高く、非常に協力的であった。

1.6.4 診断機材

診断機材は一部作動不良のものが修理後はいずれも正常に作動し、調査は支障なく実施された。

調査終了後、機材はブルガリア側に供与された。

1.7 調査団、カウンターパートの構成ならびに現地調査日程

添付資料（1）～（5）の通りである。

2. ブルガリア共和国のエネルギー状況

2. ブルガリア共和国のエネルギー状況

2.1 一般状況

(1) コメコン体制の解体

旧ソ連と東欧諸国は第二次世界大戦後の1949年に、米国のマーシャルプランに対抗して大戦後の共産主義諸国の経済復興と発展のために、コメコン（経済相互援助会議）体制を築いた。

コメコン体制ではその目的達成のため、各国間の経済計画の調整、生産の専門化と協業化、財物の相互供給などを行うこととした。相互貿易の拡大、大規模な共同資源開発、大型プロジェクトの共同建設および輸送システムの強化などでは成果を上げた。なかでも資源の共同開発では大きな成果を収め、旧ソ連が原燃料供給国としての地位を確立した。旧ソ連は世界最大の資源保有国で、大量の輸出余力があり、一方東欧諸国は天然資源に恵まれないことから、資源開発協力は成立しやすい状況にあった。旧ソ連・東欧諸国のコメコン域内の相互貿易のシェアは貿易全体の50～80%に達していた。

しかし、一方では生産の専門化は独占を招き、競争原理が働き難い状況が進んだ。

ブルガリアは旧体制下でコメコンの分業体制に深く関わっていたため、Table 2.1のように、コメコン諸国との取り引きが貿易総額の70～80%を占め、対ソ貿易は全輸出入の半分以上を占めていた。資源の輸入はもっぱらソ連に頼っており、石炭、天然ガス、コークスの輸入量のほぼ100%、石油、木材、銑鉄の80～90%はソ連に依存していた。

Table 2.1 Exports and Imports in Bulgaria by Economic Zones

(unit: 1 million Leva)

Economic zones	1889	Composition ratio	From January to September, 1990	Percentage over previous year's level	
Socialist countries	11,664.9	86.3	6,078.9	-26.5	
Former Soviet Union	8,882.1	65.8	4,794.9	-25.2	
East European countries	2,336.2	17.3	1,163.1		
Others	446.6		120.9		
Ex-ports	Advanced industrial countries	981.5	7.3	560.1	-17.0
	Former West Germany	150.7	1.1	99.1	21.4
	Greece	175.6		61.8	-50.7
	Others	655.2		399.2	
Developing countries	859.9	6.4	591.5	-5.2	
Iraq	135.4	1.0	22.2	-79.3	
Libya	174.8	1.3	223.9	61.1	
Others	549.7		345.4		
Total	13,506.3	100.0	7,349.8	-24.3	
Im-ports	Socialist countries	9,530.9	76.0	5,730.3	-16.1
	Former Soviet Union	6,731.3	53.6	4,075.4	-15.9
	East European countries	2,375.8	18.9	1,163.1	
	Others	423.8	3.5	120.9	
	Advanced industrial countries	2,139.4	17.0	1,101.6	-26.3
	Former West Germany	617.9	8.8	278.8	-30.4
	Greece	207.2	1.7	109.3	-23.7
	Others	1,317.3	10.5	713.5	
	Developing countries	881.4	7.0	620.3	-11.6
	Iraq	370.8	3.0	218.3	-11.4
	Libya	72.1	0.6	125.4	28.9
	Others	438.5	3.4	276.6	
	Total	12,551.7	100.0	7,565.9	-17.1

東欧において、1989年に始まった民主化革命の嵐によって、東欧各国の共産党政権は次々と崩壊し、旧ソ連邦自体も内部から崩壊するに至った。その後、旧ソ連の経済不振のためもあって東欧各国は急速にソ連離れを進め、91年9月についてコメコン体制は解体し、40年余にわたった歴史の幕を閉じた。この間のわずか2年間に東欧各国のコメコン域内貿易は3分の1程度まで激減した。

その結果、東欧各国は共産主義の中央計画経済から、市場経済化、ハードカレンシーによる企業間貿易による国際経済システムへの変更が避けられない方向となった。

ブルガリアもコメコンの解体に伴って、従来のコメコン依存の貿易をより西側に開かれた貿易へと体制を大きく方向転換しつつある。しかし、経済関係の深かった旧ソ連の経済停滞、急激な経済改革の過程での内需の落ち込み、輸出競争力不足による西側諸国への輸出不振などにより深刻な経済不況に見舞われ、1991年、1992年と引き続きGDPは対前年比20台の低下をした。

(2) 経済改革

ブルガリアは1990年9月に国際通貨基金（IMF）に加盟し、IMFと協議のもとに作成した経済改革プログラムにしたがって、市場経済化に着手した。政府の経済改革案の概要は以下のとおりで、政府は91年8月に経済改革の第一段階は成功裏に終了したと発表した。

第一段階：以下の手段による経済の安定化

- ① 国内需要抑制と緊縮財政によるインフレ回避
- ② 実質賃金縮小、為替切り下げによる輸出振興
- ③ 価格、外国貿易および為替の自由化
- ④ 農地改革

第二段階

国営企業の民営化と外資導入

価格の自由化については、1991年2月から1992年5月にかけて一部品目を除き順次価格の自由化を実施した。

この結果、商品の約80%の消費者物価が上昇し、1991年12月には前年同月比で473%となった。

エネルギー価格については石油製品や輸入石炭については1991年6月に自由化されたが、電力および民生用の熱価格は固定価格であり、社会政策上、補助金を支出してコスト以下の低価格に抑えられている。

企業の私有化・民営化については、「商法」を改正し、「外国投資法」、「国有企業民営化法」

を制定し推進している。レストラン、ホテル、小売業など小規模企業の民営化は比較的順調に進んでいるが、国民経済の大部分を占める国有企業の民営化は大巾に遅れている。大企業の分割、株式会社化は行われているが、いまだ90%は国有企業のままである。民営化が大巾に遅れている原因としては民間資金の不足、独占的産業構造、さらには経済状況の悪化などがあげられる。

(3) 財政・金融・税制の状況

a. 財政

国家予算の推移および主な歳出項目は Table 2.2、Table 2.3 の通りである。

Table 2.2 Trend of National Budget

(unit: 1 million Leva)

Year	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Revenue	20,673	23,258	24,288	24,894	62,967	74,860
Expenditure	20,663	23,213	24,287	25,851	70,477	102,641

(Source: Government publications)

Table 2.3 Major Expenditures

Item	Amount (unit: 1 million Leva)	Composition rate (%)
Wages for public officials	12,109	11.8%
Allowance for low-income people	14,041	13.7%
Payment of social insurance	7,677	7.5%
Social securities (pensions, etc.)	20,341	19.8%

(Source: Government publications)

ブルガリアの人口は1991年末で約897万人であるが、そのうち年金受給者は約236万人で、人口の26%と世界でもかなり高い割合を占め、政府予算の3分の1が年金と低所得者向け支給金等の社会保障費に充てられ、財政を圧迫している。このため、道路や通信網といったインフラ整備事業や経済再建のための投資は不十分であり、省エネルギー政策を含めたエネルギー政策を推進するための予算措置も行われていない。

b. 金融

ブルガリアは1990年9月にIMF加盟が承認され、経済改革、市場経済化を進めていく上

でIMFの資金援助、知的援助が重要な役割を果たすことになった。1991年に入ってから、市場経済化プログラムの一環として、金利の適正化が進められ、ブルガリア国立銀行（中央銀行）は預金者保護、価格自由化に起因するインフレ抑制および為替レートの安定をめざして金利の設定を行った。金利は1991年1月から1993年5月の間では45%～54%の間で変動している。

原材料購入資金等の短期ローンについては、基本金利に7%を加算された金利（現時点では54%）が適用されている。

金利の優遇制度については農業銀行が農家に対して行っている制度があるのみで、省エネルギー推進のため等の優遇制度はない。産業部門では高金利のため設備投資はほとんど行われていない。

c. 税制

すべての企業に対して利益税40%、都市税10%、灌漑税2%が課税される。その他、最終消費財に対しては売り上げ税（売り上げの70%）が課税される。政府は税制の見直しを行っており、付加価値税の導入が検討されている。省エネルギー関係の税制上の助成措置についてはまったく行われていない。

d. 基金

1991年に外国の資金援助のすべてをプールすることにより設立された開発発展基金がある。この基金からの貸し出しには優遇条件をつけることができ、金利も固定されていない。ただし、企業への貸し出しに当たっては当該企業の収益性を重視する。その他、中小企業に対する組織技術開発基金が産業省内に設立されている。

(4) 環境規制の動向

重工業化の推進と国産の低質な褐炭の使用が環境汚染を招いた。工業技術も時代遅れであったり不適切のものが多く、資源・燃料を使い過ぎたり、多量の廃棄物を排出したりして、環境汚染を一層拡大した。

最も深刻な環境汚染問題が発生しているのは、地方の特別地域（hot spots）である。この地域の汚染の原因はほとんど重工業（製鉄、非鉄、冶金、化学、セメント工場等）によるものであり、汚染の状況は中央ヨーロッパの最も汚染された地域と同じ程度に深刻である。ブルガリアの約12%（110万人）がこの危険地域に住んでおり、その健康に対する影響が危惧されている。ブルガリアの多くの都市で大気中のSO₂濃度が基準値を越えており、深刻な問題に

なっている。発生源は重工業の工場、火力発電所、石炭や練炭を使う家庭の暖房等である。ブルガリアは世界のなかでもGDP当たりのSO₂排出量が最も高い国の一つである。NO_xについては自動車の普及率が低いため、郊外地域では深刻な問題になっていない。

ブルガリアの環境規制は比較的長い歴史を持つが、①規制が西欧に比べて厳し過ぎ、現有技術水準では対応できなかった。②罰金が安すぎた等の理由により、ほとんどの規制は守られず、予算の配分においても汚染対策プログラムの優先順位は低かった。

現在以下のように、より緩やかな基準から出発して、順次強化する現実的な対応が検討されている。

- ① 厳しすぎる基準の緩和
- ② 罰金の引き上げ
- ③ 基準内であっても汚染物排出に対する課税
- ④ 廃棄物規則
- ⑤ 農地利用規則

2.2 エネルギー資源とエネルギー需給状況

(1) 一次エネルギー供給

ブルガリアはエネルギー資源が乏しく、石油、天然ガスの産出量は僅少である。石炭は比較的豊富に産出するが、ほとんどは低品質の褐炭（亜炭を含む）であり、東欧諸国のなかでもエネルギー供給面では脆弱な体質になっている。

1次エネルギー供給における国産エネルギーの比率は経済活動が活発であった1989年においては約31%に過ぎず、エネルギーの約69%は輸入に頼っている。しかもその輸入先は旧ソ連への依存度が極めて高い状態であった。

Table 2.4 Trend of Energy Supply

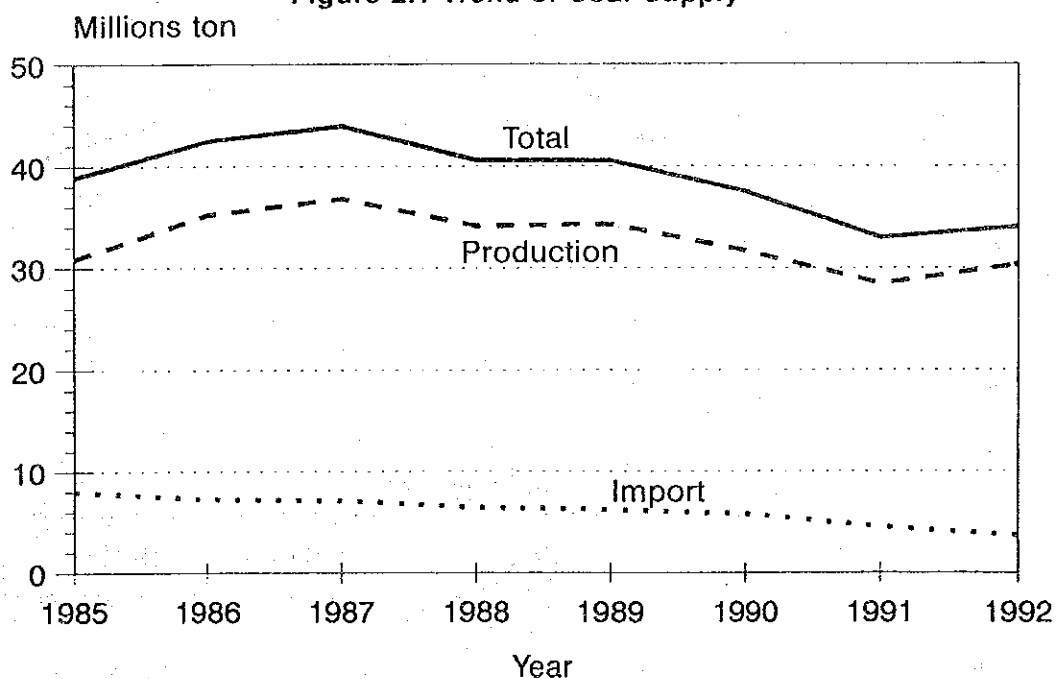
Year	1989		1990		1991		1992		
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	
Domestic	Solid fuel	254,661	17.7	232,542	18.8	203,105	20.3	226,309	25.3
	Liquid fuel	2,989	0.2	2,544	0.2	2,454	0.2	2,244	0.3
	Others(Note)	193,526	13.5	205,585	16.6	189,296	19.0	167,781	18.8
	Total	451,176	31.4	440,671	35.7	394,855	39.5	396,334	44.3
Imported	Liquid fuel	591,430	41.2	412,733	33.4	292,318	29.3	232,766	26.0
	Gas	232,424	16.2	227,353	18.4	188,305	18.9	170,038	19.0
	Others	159,831	11.2	154,915	12.5	123,108	12.3	95,641	10.7
	Total	983,685	68.6	795,001	64.3	603,731	60.5	498,445	55.7
Grand total	1,434,861	100.0	1,235,672	100.0	998,586	100.0	894,779	100.0	

(Source: National Statistical Institute)

Note: The primary energy produced in hydroelectric power plants and nuclear power plants are included.

(a) 石炭

Figure 2.1 Trend of Coal Supply



Source : National Statistical Institute

Table 2.5 Trend of Coal Supply

(unit: 1,000 t)

Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Production	30,852	35,205	36,819	34,147	34,298	31,675	28,451	30,336
Import	8,015	7,242	7,122	6,451	6,240	5,790	4,528	3,674
Total	38,867	42,447	43,941	40,598	40,538	37,465	32,979	34,010

(Source: National Statistical Institute)

国内の歴青炭資源はごく僅かで、生産も50万tに満たないレベルである。一方、褐炭（亜炭を含む）の埋蔵量は41億tと比較的豊富であり、生産量の99%以上を占めるが、品質は下記のように劣質である。

1985～1989年の5年間をみると、生産量、輸入量ともにほぼ横ばいであるが、1991年は需要の減退により、生産量で10%、輸入量で45%減少している。輸入先は1990年までは主として旧ソ連であった。

発熱量：1,200～1,300kcal/kg、水分：33～35%、灰分：24%

(b) 天然ガス

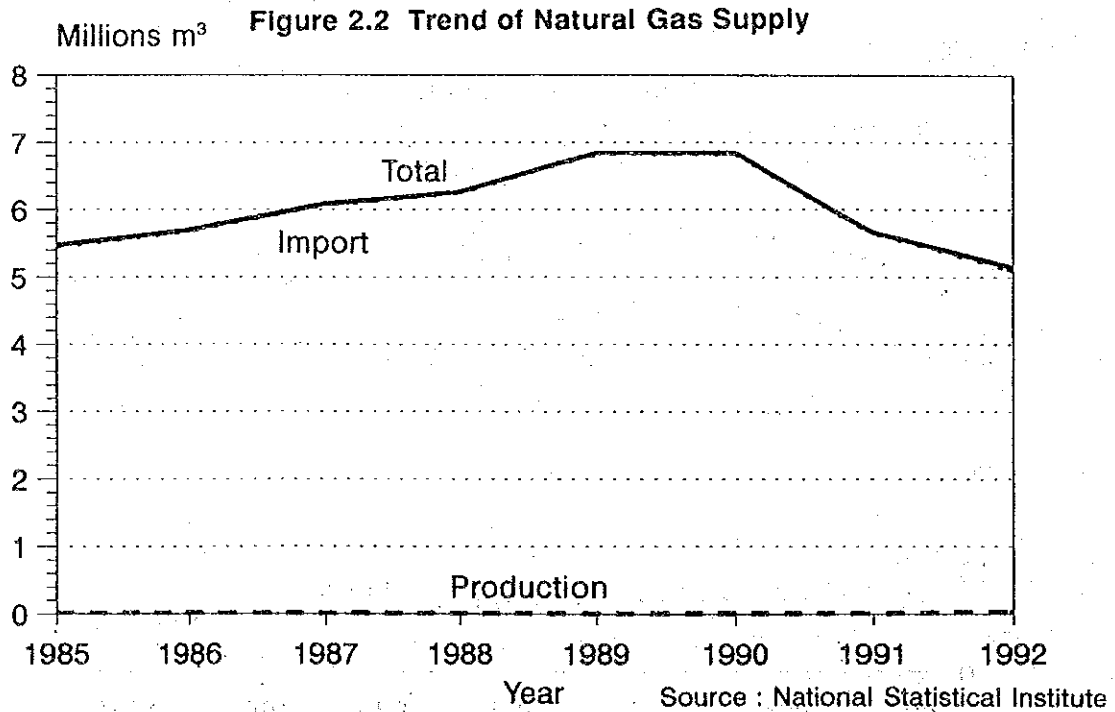


Table 2.6 Trend of Natural Gas Supply

(unit: 10⁶ m³)

Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Production	20.5	17.1	13.3	10.2	9.3	13.6	10.2	38.0
Import	5,455.5	5,679.8	6,072.3	6,251.4	6,832.4	6,831.7	5,658.4	5,109.5
Total	5,476.0	5,696.9	6,085.6	6,261.6	6,841.7	6,845.3	5,668.5	5,147.5

(Source: National Statistical Institute)

天然ガスの埋蔵量および生産量はごく僅かであり、ほぼ全量を旧ソ連からの輸入に頼っている。輸入量は1985～1989年の間は毎年平均5～6%増加したが、1991年以降は需要減退のため減少している。

天然ガスはロシアとの長期契約に基づいてパイプライン（国内延長 2,000km）で安定的に供給されている。契約の概要は以下のとおりである。

外貨払い契約：6.35Gm³/年（1992年）で1996年まで契約延長可能

ヤンブル契約：3.5 Gm³/年で2011年までの契約

トランジットガス契約：0.3～0.35Gm³/年 20年間

熱量：7,800～8,000 Kcal/m³

(c) 石油

Figure 2.3 Trend of Oil Supply

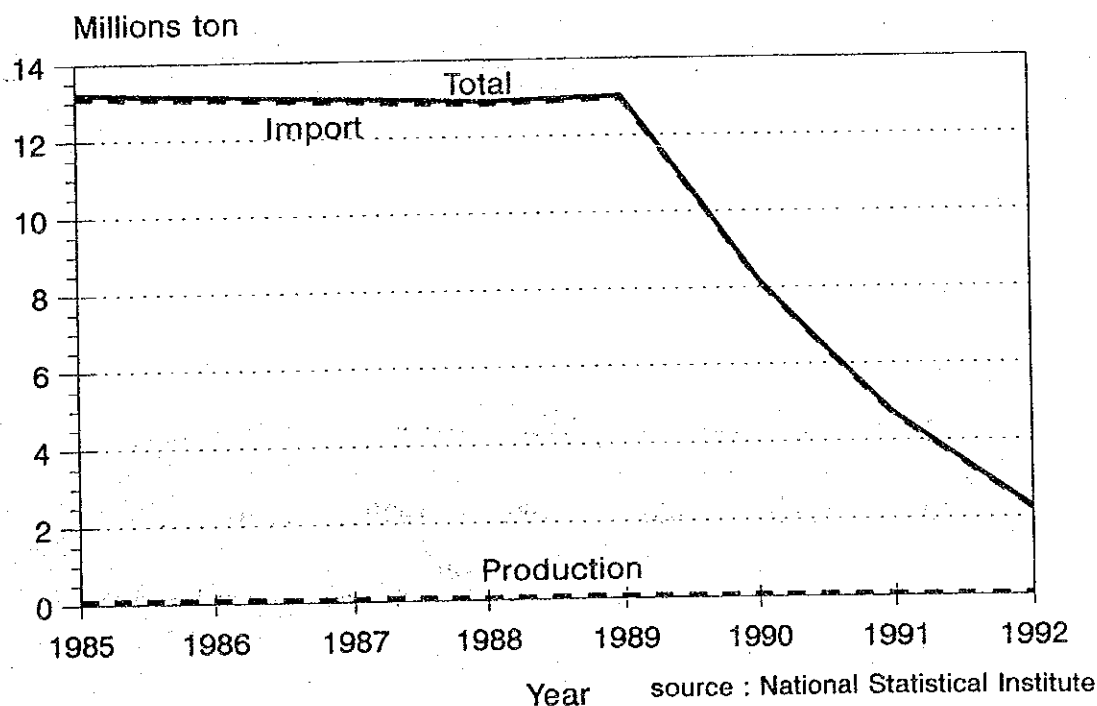


Table 2.7 Trend of Oil Supply

(unit: 1,000 t)

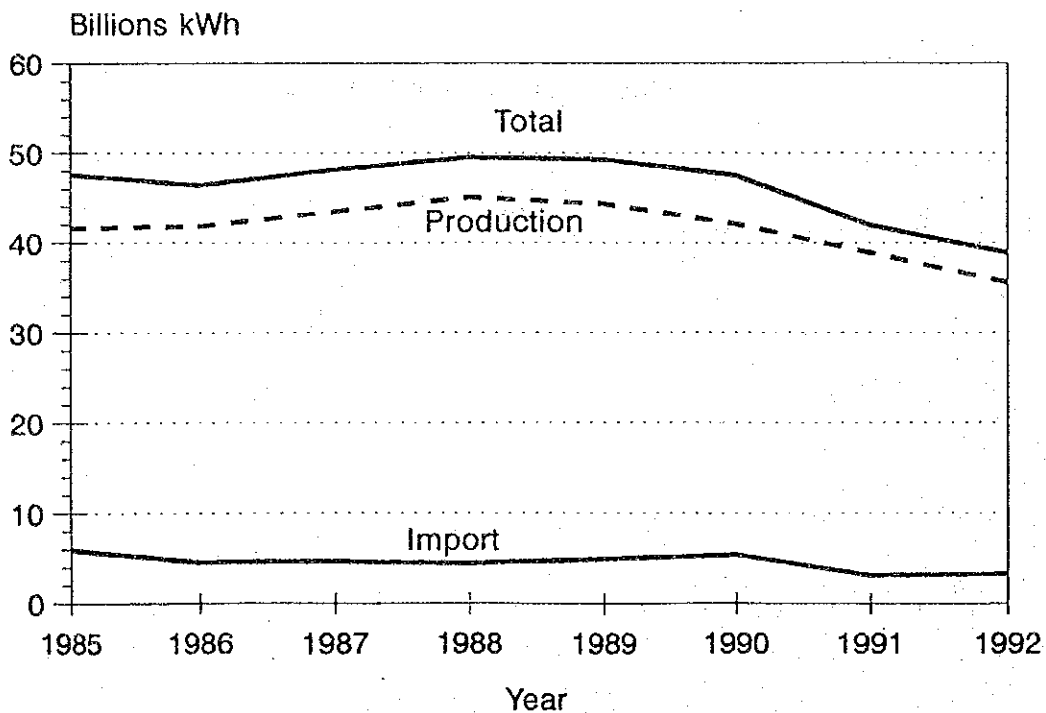
Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Production	105	93	85	77	73	60	58	53
Import	13,107	13,031	12,929	12,843	12,951	8,169	4,585	2,215
Total	13,212	13,124	13,014	12,920	13,024	8,229	4,643	2,268

(Source: National Statistical Institute)

ブルガリアの石油埋蔵量は1,500万バレル (Oil & Gas Journal, 1991) 程度と非常に少ない。生産量は10万t程度で、供給の大部分を輸入に頼っている。1985~1989年の間の供給量はほぼ横ばいであったが、1991年以降はブルガリア経済の悪化に伴い減少しているが、1992年は精製コスト高騰のため原油輸入量は0になり、すべてを製品輸入に頼っている。

(d) 電力

Figure 2.4 Trend of Electric Power Supply



Source : National Statistical Institute

Table 2.8 Trend of Electric Power Supply

(unit: 1,000 Mwh)

Year	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Production	41,632	41,820	43,470	45,039	44,331	42,144	38,917	35,610
Import	5,959	4,571	4,672	4,450	4,937	5,382	3,083	3,289
Total	47,591	46,391	48,142	49,489	49,268	47,526	42,000	38,899

(Source: National Statistical Institute)

1985～1989年の間の電力供給量はほぼ横ばいで、その10%程度を主として旧ソ連から輸入している。1991年以降は景気の落ち込みから発電量、輸入量とも減少している。

現在の発電能力は10,000 MW で、そのうち National Electric Company が8,500 MW を所有している。

電源構成は、原子力38.2%、Lignite火力34.7%、輸入炭火力18.3%、石油・ガス火力4.0%、水力4.8%となっている。揚水水力発電所はなく、需給調整は水力発電と輸入電力によって行なわれる。

原子力発電所は電源の大きな部分を占めているが、初期に建設したものは安全性に問題があることが指摘され、現在 PHARE の資金援助により改修が行われている。この安全問題への対処の成否が今後の安定的な電力供給確保上の重要な課題になっている。

最近の電力需給実績および需給計画を Table 2.9 に示す。

Table 2.9 Electric Power Generation

(unit: 1000 Mwh)

	1991	1992
Thermal power	19,662	20,510
(Domestic coal)	(11,900)	(12,135)
(Imported coal)	(6,300)	(6,900)
(Gas and petroleum)	(1,382)	(1,475)
Hydroelectric power	2,435	2,080
Nuclear power	13,184	15,740
Total	35,281	38,330
Private power generation	3,547	3,320
Grand total	38,828	41,650
Imported	4,208	2,000
Consigned	195	130
Exported	1,833	1,520
Total = consumption	41,008	42,000
Against previous year's level	-10.7	+2.4

(2) 産業分野におけるエネルギー消費状況

a. 全般

ブルガリアは本来肥沃な土地と温暖な気候に恵まれた農業国であったが、社会主義的計画経済の初期に重工業化政策が推進され、1950-60年代には2桁台の工業成長を実現した。その結果 Table 2.10 のように、GDP の産業別構成に占める鉱工業生産の比率は89年には60%を占めるに至ったが、近年は生産不振のため低下している。

Table 2.10 Composition of GDP by Industries (unit: 100 million leva)

Year	1989		1990		1991		1992	
		%		%		%		%
Mining and manufacturing industry	23,507	59.39	23,273	51.27	62,843	47.95	90,800	46.56
Agriculture	4,331	10.94	8,055	17.74	20,139	15.36	20,200	10.35
Others	11,741	29.66	14,062	30.98	48,076	36.68	84,000	43.07
Total	39,579	100.0	45,390	100.0	131,058	100.0	195,000	100.0

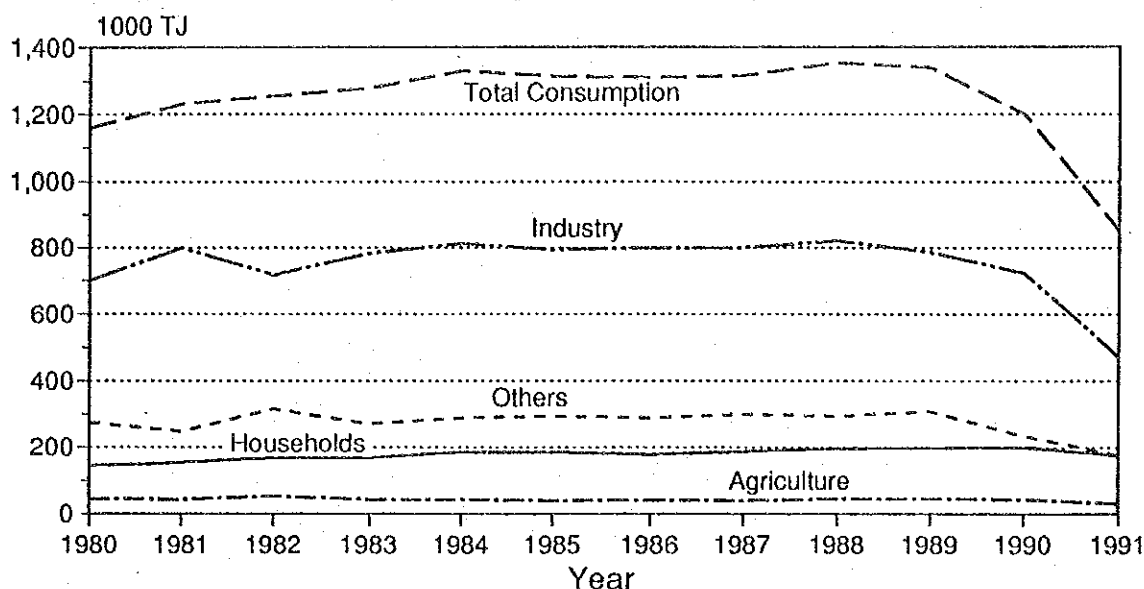
(Source: National Statistical Institute)

ブルガリアの産業部門のエネルギー消費量は Figure 2.5 および Table 2.11 のとおり運輸、民生部門を含む国全体の消費量の約60%を占めているが、現在は政治・経済体制改革による混乱期にあつて経済活動が低迷しているため、産業部門でのエネルギー消費量が減少し、それに伴って国全体のエネルギー消費量が減少している。

1980年代のエネルギー消費量に回復するには10年程度を要するとの見方が大方を占めている。

Figure 2.5 Trend of Energy Consumption by Sectors

(Including Electric Power)



Source : National Statistical Institute

Table 2.11 Trend of Energy Consumption by Sectors

Year	Industry	Agriculture	Household	Total	Industry %
1980	701,595	45,539	145,230	1,160,158	60.4
1981	796,354	45,995	147,470	1,236,759	64.3
1982	727,040	55,154	166,083	1,265,090	57.4
1983	784,791	52,047	168,787	1,280,596	61.2
1984	813,086	52,275	182,544	1,334,793	60.9
1985	795,533	47,915	182,800	1,311,066	60.6
1986	801,540	47,931	175,359	1,307,953	61.2
1987	799,902	49,686	187,615	1,331,105	60.0
1988	822,440	50,744	193,018	1,353,790	60.7
1989	781,219	54,968	199,868	1,330,512	58.7
1990	722,738	49,207	195,757	1,247,567	57.9
1991	467,074	34,447	174,327	997,173	46.8

(Source: National Statistical Institute)

b. 燃料別エネルギー消費

ブルガリアのエネルギー消費の推移は Figure 2.6、Table 2.12 のとおりである。固体燃料、気体燃料、液体燃料、電力に分類して示すと、1990年以降はすべての燃料の消費が減少傾向にあるが、特に固体燃料と液体燃料の消費減が著しい。

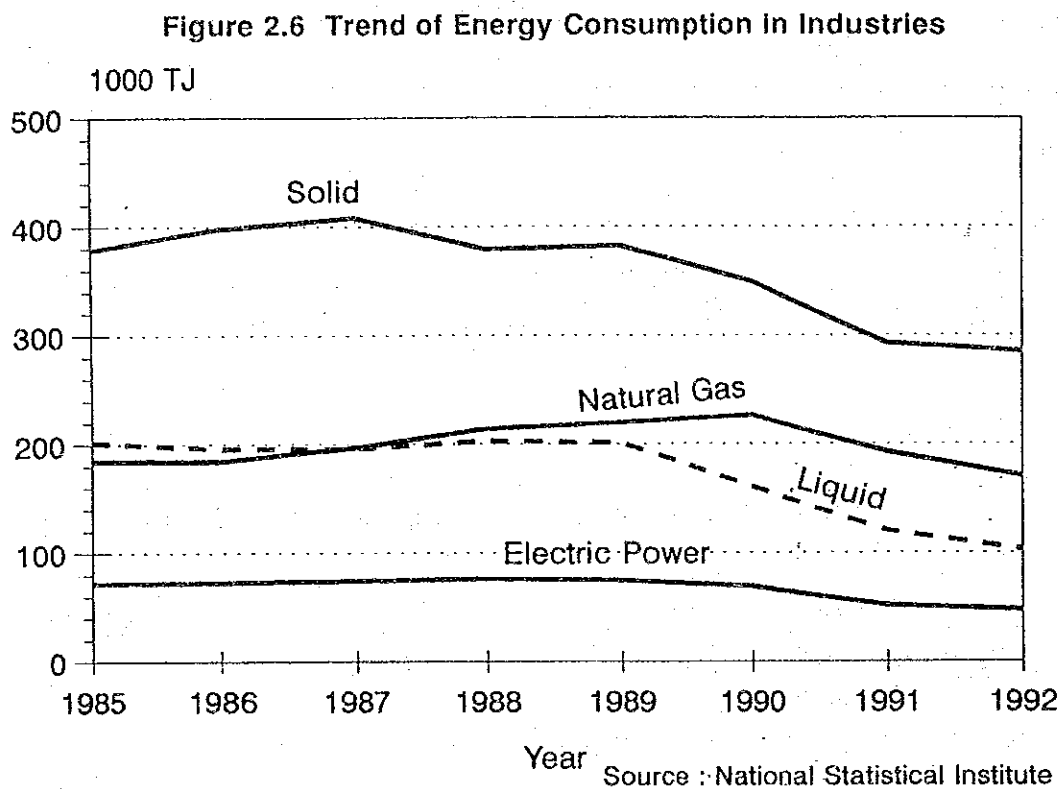


Table 2.12 Trend of Energy Consumption in Industries

燃料名称	Unit	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
石炭	1000 t	7270	7141	6886	6581	6528	5901	4471	3857
	P J	178.9	175.8	169.5	162.0	160.7	145.2	110.0	94.9
リグナイト	1000 t	30084	33658	36264	32936	33617	31024	27797	29045
	P J	193.9	217.0	233.8	212.3	216.7	200.0	179.2	187.2
固体燃料合計	P J	372.9	392.7	403.2	374.3	377.4	345.2	289.2	282.2
天然ガス	Mm ³	5450	5432	5795	6300	6469	6663	5676	5014
	P J	186.5	186.2	198.7	216.0	221.8	228.4	194.6	171.9
ガソリン	1000 t	119	112	121	126	136	126	75	69
	P J	5.2	4.9	5.3	5.5	6.0	5.5	3.3	3.0
ケロシン類	1000 t	4.9	4.3	4.4	4.0	4.0	1.9	1.3	0.7
	P J	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0
ディーゼル油	1000 t	260	256	271	287	288	274	194	171
	P J	11.1	10.9	11.5	12.2	12.2	11.6	8.2	7.3
産業用 ディーゼル油	1000 t	366	328	329	344	339	281	160	107
	P J	14.6	13.1	13.1	13.7	13.5	11.2	6.4	4.3
Dark Fuel	1000 t	4247	4147	4142	4283	4233	3313	2560	2217
	P J	170.2	166.3	165.1	170.7	168.7	132.0	102.0	88.4
液体燃料合計	P J	201.3	195.4	195.2	202.3	200.6	160.5	120.0	103.0
燃料合計	P J	760.6	774.3	797.1	792.5	799.7	734.1	603.8	557.0
電力	GWh	20002	20251	20616	21149	20773	19149	14325	13173
	P J	72.1	73.0	74.3	76.2	74.9	69.0	51.6	47.5
総合計	P J	832.7	847.3	871.4	868.7	874.6	803.1	655.4	604.5

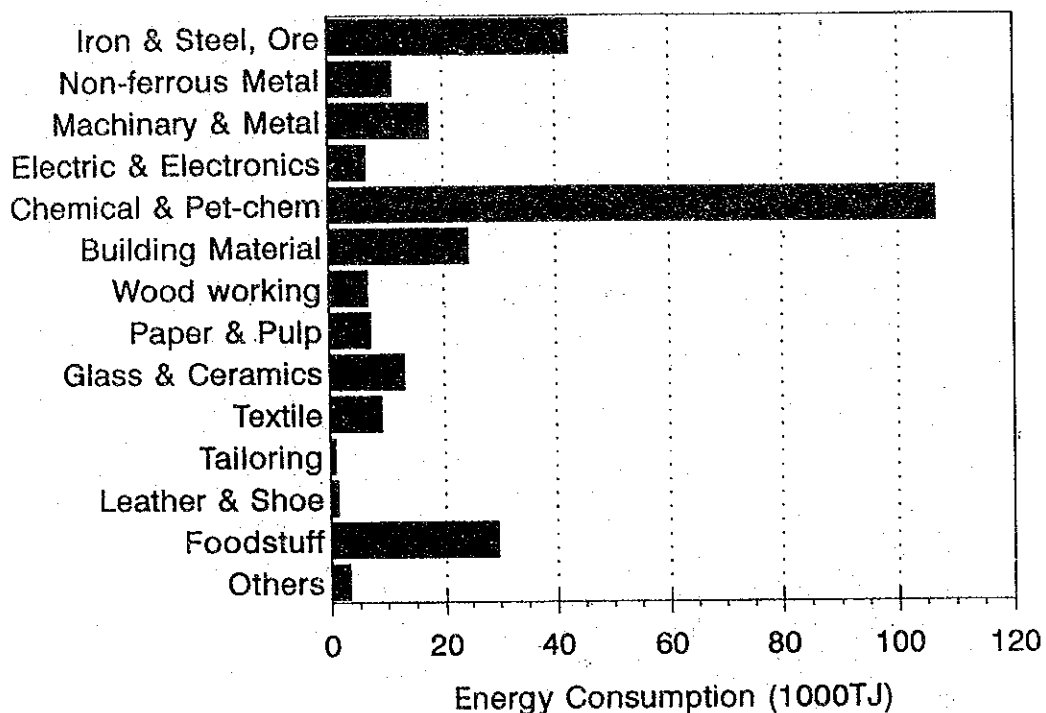
(Source : National Statistical Institute)

c. 業種別エネルギー消費

ブルガリアの製造工業では Table 2.13、Figure 2.7 のとおり、化学、製鉄、食品、建設材料、機械・金属の 5 業種のエネルギー消費が多く、この 5 業種で全体の 80% 近いエネルギーを消費している。

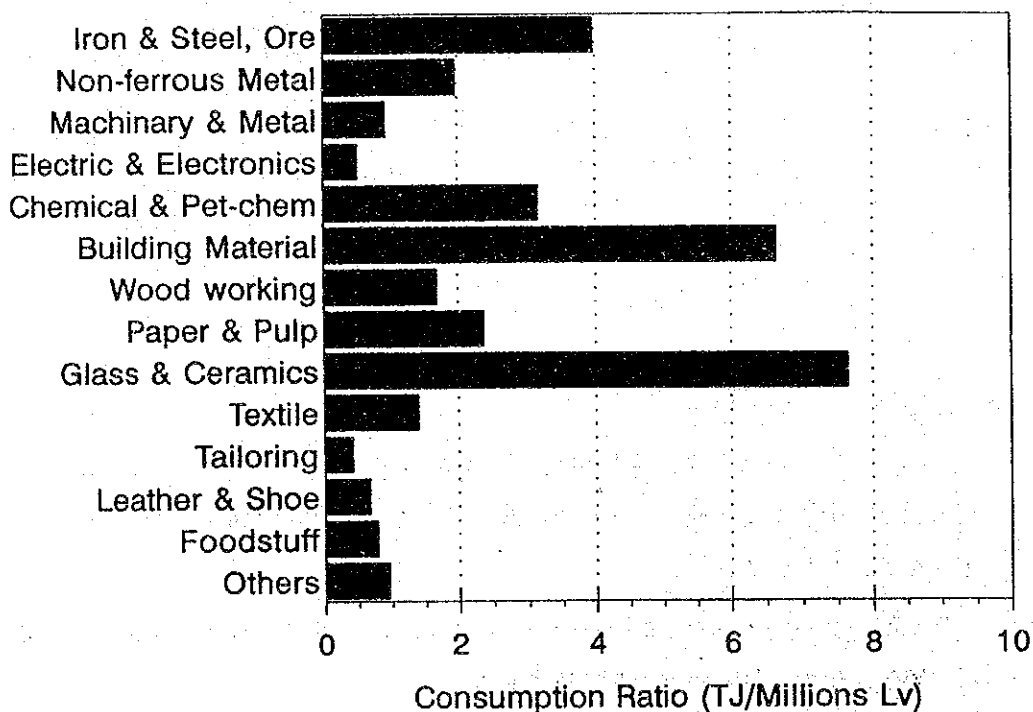
生産額当りのエネルギー消費量の多いのは Figure 2.8 のとおり、ガラス・窯業、建設材料、製鉄、化学、紙パルプの 5 業種である。

Figure 2.7 Energy Consumption in Industries (1991)



Source : National Statistical Institute

Figure 2.8 Energy Unit Consumption Rate by Industries



Source : National Statistical Institute

Table 2.13 Production Amount and Final Energy Consumption

Name of industry	1990			1991			1992
	Production million Lv	Consumption TJ	Electric power GWh (internal value)	Production MLV	Consumption TJ	Electric power GWh	Production MLV
Power generation, heat supply	2262	1360	14	13969	908	10	20139
Coal, oil, gas	617	2417	33	4108	1030	33	6401
Iron and steel, iron ore	1810	57893	2873	10691	42439	2317	8737
Non-ferrous metal	1235	14212	1777	5834	11506	1534	8890
Machinery and metal	8627	30373	2162	19119	17761	1483	24398
Electric and electronics	6316	8553	700	12903	6719	511	12291
Chemical and petrochemical	6717	129458	5047	33667	106491	4136	42762
Building material	1466	42459	1162	3704	24641	679	4579
Woodworking	1367	9794	380	4088	6926	253	5647
Paper and pulp	628	7836	481	3109	7365	329	2809
Glass and ceramics	553	17384	505	1735	13295	312	2573
Textile	3285	13112	663	6574	9207	415	9082
Tailoring	1314	1439	46	2179	927	54	3006
Leather products and shoe making	818	1682	47	1890	1290	37	3019
Foodstuff	14188	36428	1314	37774	29760	1014	51093
Others	1868	5450	452	3419	3276	278	3109
Total	53071	379850	17656	164763	283541	13395	208535

Note: "Consumption" includes "Electricity". (Source: National Statistical Institute)
Value of "Production" is valid only for each year.

d. 業種別工場数

1990年におけるブルガリアの工場総数は2936工場である。業種別工場数は Figure 2.9、Table 2.14のとおりで、機械・金属、食品、木材加工、繊維、電気・電子機械の5業種の工場数が多い。

1工場あたりのエネルギー消費量は Figure 2.10のように製鉄工場が圧倒的に多く、ガラス・窯業、非鉄金属がこれに次ぐ。

Figure 2.9 Number of Factorles (1991)

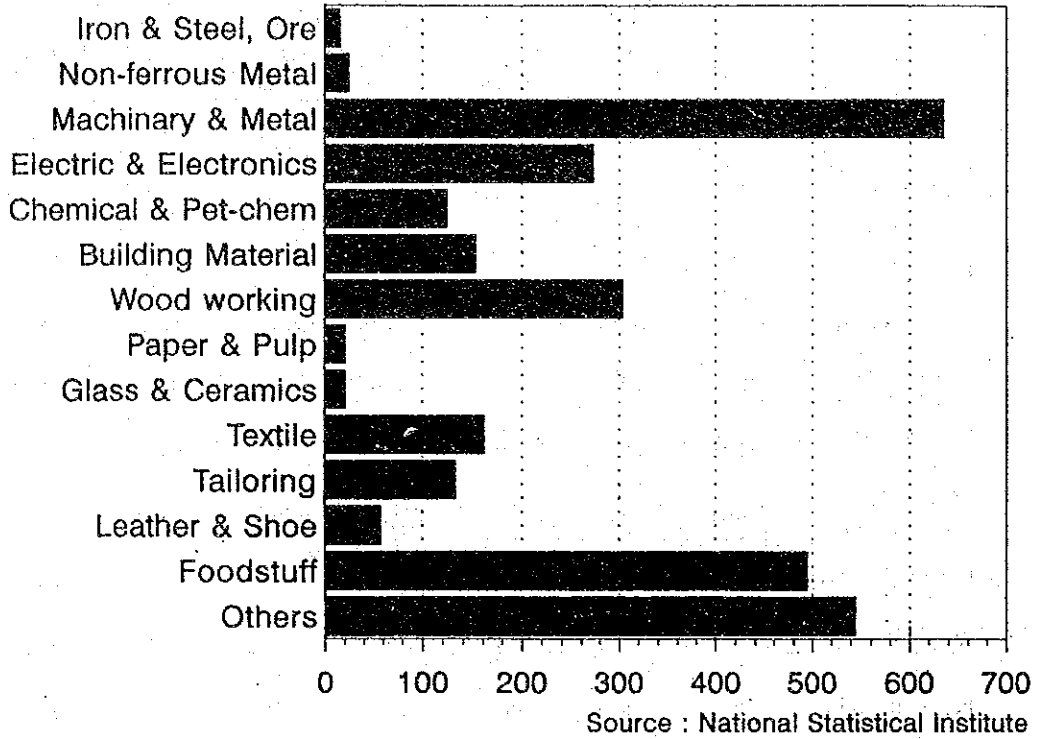


Figure 2.10 Energy Consumption per Factory

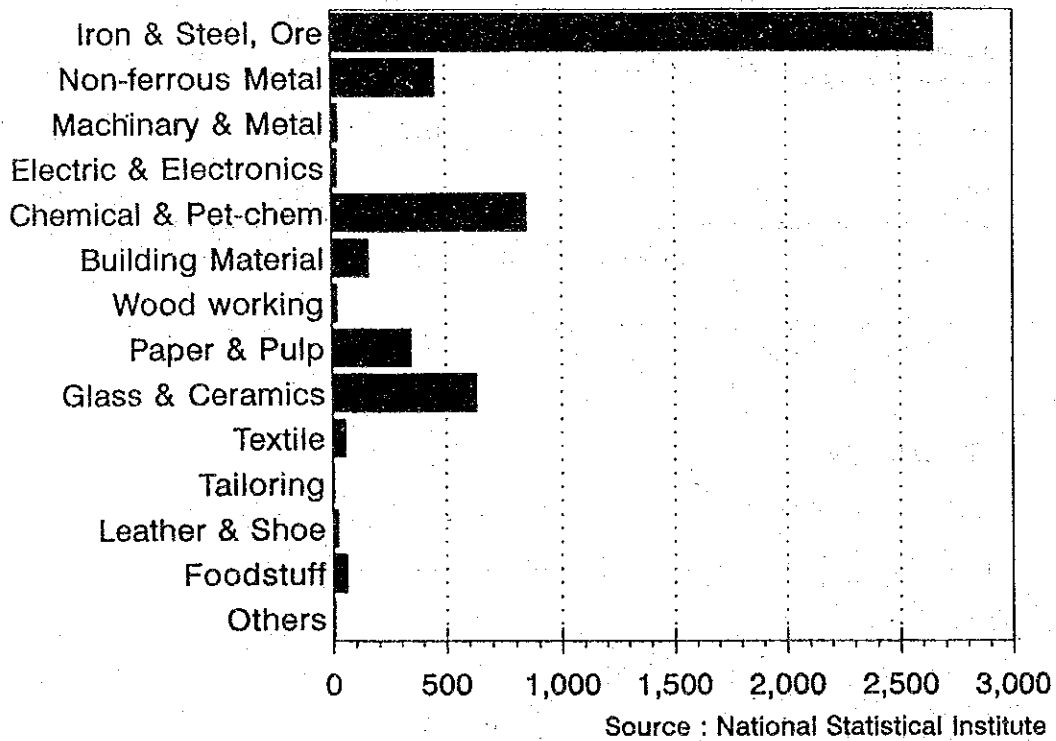


Table 2.14 Number of Factories by Industries (1991)

Name of industry	Number of employees									Cooper- ative associa- tion	Total
	< 140	141-200	201-500	501-1000	1001-2000	2001-3000	3001-5000	5001-10000	10000 or more		
Power generation, heat supply	2	-	4	5	4	6	2	-	-	-	23
Coal, petroleum	1	-	1	-	1	1	2	2	1	-	9
Iron and steel, iron ore	3	1	3	2	3	1	2	1	-	-	16
Non-ferrous metal	4	1	3	4	8	3	1	1	-	-	25
Machinery and metal	260	68	180	58	35	12	5	1	1	15	635
Electric and electronics	80	21	76	46	35	11	2	-	-	2	273
Chemical and petrochemical	42	7	35	13	10	6	5	1	1	5	125
Building material	70	20	43	13	5	-	-	-	-	2	153
Woodworking	175	36	57	16	2	-	-	-	-	18	304
Paper and pulp	3	1	3	9	2	1	-	-	-	2	21
Glass and ceramics	1	1	3	6	5	2	1	-	-	2	21
Textile	32	14	45	48	15	5	-	-	-	3	162
Tailoring	19	11	38	17	12	2	1	-	-	33	133
Leather products and shoe making	14	3	16	12	5	1	-	-	-	7	58
Foodstuff	189	59	139	35	15	2	-	-	-	56	495
Others	171	44	148	18	3	-	-	-	-	161	545
Total	1066	287	794	302	160	53	21	6	3	306	2998

(Source: National Statistical Institute)

3. 製造工業分野に対する 省エネルギー推進対策実施状況

3. 製造工業分野に省エネルギー推進実施状況

3.1 旧体制下の省エネルギー政策

(1) エネルギー価格

COMECON体制でのブルガリア・旧ソ連邦の相互貿易では、旧ソ連から輸入する石油、石炭、天然ガスなどの決済はルーブル価格により帳簿上で行なわれたが、実際にはブルガリアからの機械、食料品等とのバーター取引に近い状況であった。しかも、ブルガリアからの輸出商品はかなり割高に評価され、この取引は旧ソ連の援助と呼べるものであった。例えば、原油は直近5か年の国際市場平均価格で取引されることになっていたが、バーターされる商品の価格が割高に評価されたため、エネルギーが大幅に国際市場価格を下回る価格で安定的に輸入されていた。

さらに、政府は社会政策上、エネルギー供給企業に補助金を支給することにより、Table 3.1のように、電力、石炭、熱などの末端価格をコストを下回る低価格で供給していた。

Table 3.1 Transition of Energy Prices

Energy	Unit	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991 ¹	1992
Coal	(Lv/t)	13.5	12.9	13.2	13.2	13.0	12.6	117.3	184.1
Petroleum	(Lv/t)	159.2	259.2	231.3	231.3	254.7	298.8	1369.9	3020.0
Gas accompanying the petroleum	(Lv/m ³)	91.7	91.7	160.9	161.9	163.2	172.1	590.0	2040.0
Electric power	(LV/MWh)	35.6	36.1	36.3	38.8	39.2	42.8	244.2	370.95

(Source: National Statistical Institute)

このため、エネルギー消費のほぼ60%を占める産業部門においてもエネルギー節減のインセンティブが働かず、エネルギー多消費型の消費構造となった。産業のエネルギー効率の世界の標準よりも30~40%低いとみられている。

(2) 法規制

a. 行政措置のみの省エネルギー施策

旧体制下の省エネルギー推進方法は行政措置によって行われ、エネルギーの使用合理化に関する法律はなかった。

しかし、電力供給運用のための電力法があり、工場が政府の定めたエネルギー原単位基準を満足しているかどうかを、エネルギー委員会のエネルギー管理課（Inspection 局）が診断し、基準を満たしていない場合は改善策を付して勧告を行っていた。特に1978年および1984年には発電所老朽化と燃料不足による電力不足に対処するための工場エネルギー診断が行われた。

エネルギー管理課は1962年4月に当時の電力省内に設立された。その後電力省は電力工業燃料省、電力工業省（1977年から）、エネルギー資源省（1984年から）、エネルギー委員会（1985年から）と組織変更された。設立当初のエネルギー管理課は電気管理のみを担当し、15人の技術者（熱技術者10人、電気技術者5人）の組織で業務を開始した。

1976年から1986年にかけて省エネルギープログラムが実施され、これに伴ってエネルギー管理課は電気管理に加えてエネルギー資源管理を担当するようになり、合理的エネルギー使用の診断活動を開始した。

工場省エネルギー診断はエネルギー管理課の15人の技術者と全国7支部の約100名の技術者が担当し、管轄区内の工場に立入り、エネルギー原単位の判定と省エネルギー推進の可能性調査のためにエネルギー使用状況を診断調査し、調査結果は改善計画を付して工場に対して提出された。工場はこの改善計画に従うよう義務づけられており、工場がこの計画を実施しない場合には罰金が課せられた。

工場調査診断期間は大工場の場合、1～1.5か月に及ぶこともあった。年に400工場、最盛期には年に700工場を実施した。

しかし、計画経済下では工場で使用するエネルギーは政府から必要量が安価に配給されていたので、工場は省エネルギーの推進の必要性の認識が薄く、期待通りの診断効果が上がらなかった。

1991年に政治形態の変化にともなってエネルギー委員会の7支部は国営電力に移管されたことから、エネルギー管理課に所属する技術者は本部の10人のみとなり、この診断活動は廃止された。

b. 工場のエネルギー担当部門およびエネルギー担当者

1960年代に工場にエネルギー担当者を設置することが義務づけられたことがあったが、このエネルギー担当者の主な役割は、電力法に従って工場の電力設備の維持をすることで

あり、工場内の地位はあまり高いものではなかった。

1976年からの省エネルギープログラム実施にあたって、大工場ではエネルギー部門が設立され、電気以外のエネルギーも扱うようになった。大工場では現在でもこのエネルギー部門が残っているところがある。

計画委員会が1985年に、工場での原料・エネルギーの割当方法を量から金額に変更したところ、エネルギー部門を廃止しエネルギー担当者の設置をやめる工場がでてきた。

(3) セミナの開催

エネルギーに関するセミナーは、科学技術連盟の中のエネルギー科学者同盟が多くの実績を持っている。科学技術連盟の母体は90年前に設立された科学建築連盟であり、エネルギー科学者同盟は科学技術連盟の中にある18の同盟の1つである。

エネルギー科学者同盟は20年前に設立され、エネルギー設備・省エネルギー等をテーマにシンポジウム・セミナーを開催している。政府には所属していないので政府補助金はなく、1人年10Lvの会費とシンポジウム・セミナーの参加費収入を事業費に当てている。会員数は2500人で、主に大学、製造業、関連エネルギー専門家で構成され、全国に34の支部がある。

年間50コースのセミナーを開催し、大学・研究所・工場エネルギー担当者が講師となっている。1日セミナーの参加費は200Lv程度であり、1回のセミナーでは最高200人の参加があったこともある。

また出版物も必要に応じて発行している。会員以外にも希望があれば提供する。

(4) 技術開発、工場指導

Industrial Energetics はエネルギー委員会の下部組織で、1970年代に国家科学技術委員会の出資で電力省により設立された。設立時は本部の他に研究所と11の支部があり、多い時には200名の技術者を擁していた。

エネルギー使用設備・機械（バーナ、ボイラ、トラップ、計測器等）の開発製品化、設備・機械のエネルギー効率評価、工場のエネルギー消費解析・改善案提示、代表的工程のエネルギー消費基準設定などの活動を実施した。

現在は自立国営会社となり、研究者38名、技術者32名が在籍している。

3.2 省エネルギー政策の現状

(1) 行政組織

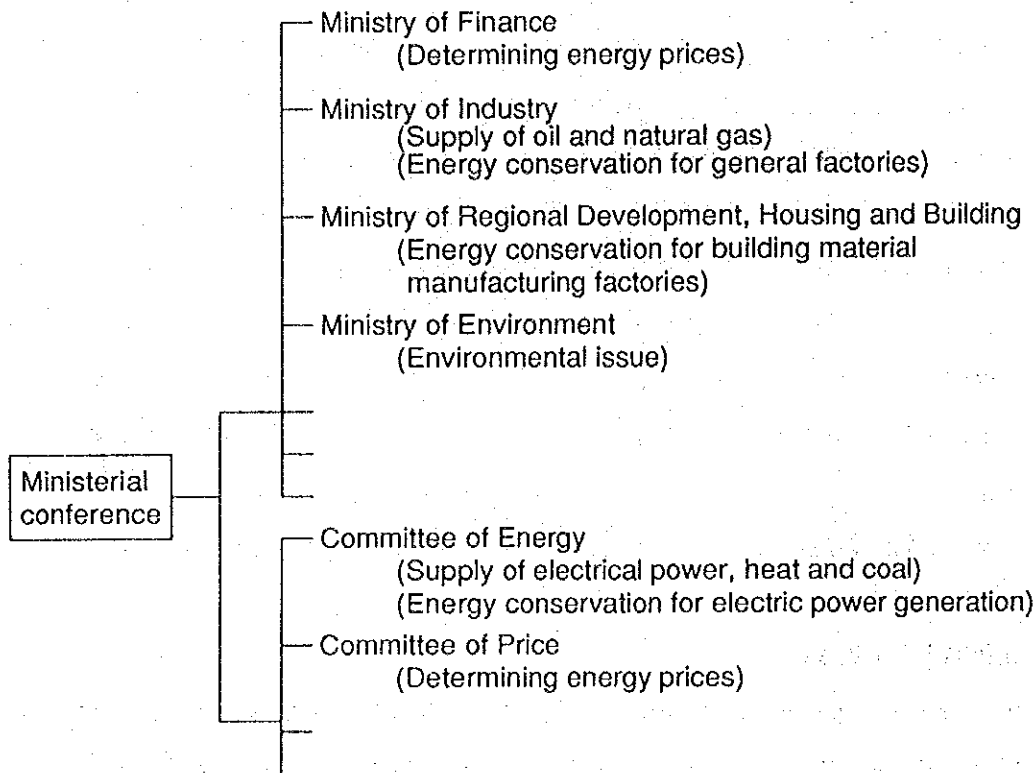
現在、政府の組織は政権の交替に伴い流動的な状態にあり、エネルギー政策を策定し、エ

エネルギーの需要・供給を一元的に管轄する組織は政府内にできていない。

現在の産業省は政治体系の改革に伴い、1990年12月に産業貿易サービス省として組織されたが、その後1991年11月に産業貿易省に組織変更され、更に1992年5月に産業省と貿易省に組織が分割された。短期間のうちに組織変更が立て続けに行われたため、現在は省内の組織確立に専念しており、エネルギー政策を含め政府機関としての機能を発揮するに至っていない。

現在、ブルガリア政府の省エネルギー推進組織は Figure 3.1 に示すようになっている。

Figure 3.1 Government Organization Chart



エネルギー供給に関しては、発電、熱供給、石炭はエネルギー委員会が所管し、石油、ガスは産業省が所管している。

エネルギー需要に関しては、セメント等の建設資材の製造は建設省、その他の製造は産業省の所管となっており、その省エネルギーを推進する役目を持っている。

一方、エネルギー委員会は石炭、電力、熱供給を担当し、国営電力（株）、24の熱供給（株）、19の炭鉱（株）を監督するとともに、電気の省エネルギー推進の役目も担っている。

なお1992年10月に、各省と連携しながらエネルギー効率化の全国計画を策定・実施する機関として「National Agency for Energy Efficiency」が設立されたが、その後予算措置がなされず、実質的な活動をしないまま1993年6月に組織は廃止された。

また、省エネルギー推進活動を国家レベルで総合的に推進する任務を持つ民間機関はない。

(2) エネルギー価格

コメコン体制の解体と旧ソ連の崩壊により、ブルガリアと旧ソ連との相互依存的なエネルギー供給の基盤は失われ、エネルギーは実質的に国際市場価格に近い価格で取り引きされることとなった。

政府は経済改革の一環として、エネルギー国内価格に実質コストを反映させるため、1991年6月エネルギー価格の自由化に踏み切った。

現状では石油製品は全量が輸入され、価格も国際価格に準じた自由市場価格となっており、天然ガス価格は石油価格に連動して定められている。

しかし、電力、熱、石炭については固定価格制度が適用されている。この価格は消費者の経済負担を考慮して政府が価格を決定するもので、エネルギーの生産原価を反映した合理的な価格体系に基づくものではなく、補助金を支出してコスト差額を補填している。この補助金の廃止については、急激なインフレによる様々な社会的な痛みや経済改革のスローダウンが懸念され、実施にはかなりの時間を要するものと見られる。

エネルギー価格、料金の概略は以下の通りである。

(1) 電力

契約は50kW以上の消費者と結ばれ、それ以下の消費者は個別契約によらず、一般料金を支払う。

契約は工場が時間帯別年間消費計画を電力会社に提出して行われ、契約期間は1年間である。5月から電圧3段階料金制度が導入され、高圧契約の方が低料金になる。

時間帯別料金制度になっており、ピーク時間帯は季節や需給状況に応じ政府が決定する。供給不能時には10～20%供給がカットされることがある。また、運転時間の指示が行なわれることもある。契約量超過分については2倍の料金を徴収される。

力率については0.93を基準にして(1992.5設定)ボーナス・ペナルティ制度がある。ただし、現状では電力需要が低水準にあり、進み力率になりやすいため、この制度の運用は中止されている。

料金の修正は3か月ごとに行なわれる。基本料金制度はなく、従量料金のみである。

(2) 熱供給

熱供給企業と工場との契約は年間消費熱量、圧力、温度、休日・ピーク消費量、コンデンセート量等に基づいて結ばれ、工場は3か月ごとに消費計画を提出する義務がある。

業務用・家庭用については個別の契約は結ばない。

基本料金制度はなく、従量料金のみである。料金は年2回程度改訂されており、産業用スチーム料金は生産コストに近い価格になっている。

スチーム品質の±15%以上の変動については熱供給企業に対するペナルティ制度があり、返送コンデンサートの量、純度、温度等の変動については需要家側に厳しいペナルティ制度がある。

消費量が契約消費量の30%以下になった時は、契約消費量の30%分の料金が課される。

(3) 石炭

輸入石炭は自由価格であるが、国産石炭価格は政府による固定価格である。1991年に値上げされ、ほぼコストをカバーできるようになっている。銘柄によって異なるが価格は506 Lv/Gcal程度である。

(4) 石油製品

石油製品は価格が自由化されているが、政府が15日毎に為替レートに応じ、上限価格を決定して発表する。

(5) 天然ガス

天然ガスはほとんど産業用に消費され、産業用と民生用の価格差はない。

1992年から、天然ガス1m³の価格は輸入価格とは無関係に、政府が15日毎に発表する重油(s=3.5%)1tの価格の90%に設定されることになり、同一熱量あたりでは天然ガスの方が重油よりも約7%割り高になっている。

工場は年間使用量によって契約し、月間使用計画の承認を受ける。時間帯別料金制度や使用量過不足に対するペナルティ制度はない。

(3) 省エネルギー施策

ブルガリアには現時点では長期エネルギー政策がなく、省エネルギー政策も存在しないことから、政府の省エネルギー活動は全く行われておらず、外国からの協力プロジェクトによる調査が行われているのみである。

エネルギー委員会、建設省で省エネルギー推進活動に興味を示しており、電力等に関して省エネルギー推進策をそれぞれ検討立案中であるが、内容に関しては流動的である。両機関はエネルギーの一部を担当しているのみであり、総合的に省エネルギーを推進するためには、この両機関での対策では十分でない。

産業省は現在組織改革中であり、今後の見通しは不透明であるが、産業省が指導的立場で国全体の省エネルギーを推進することが必要である。

(4) 外国からの援助

a. USAID「工場省エネルギー診断」

1991年に USAID は、総額47,000 US\$ の予算で、ブルガリアの産業分野の 8 工場を対象に簡単な計測器を使用して省エネルギー診断した。

アメリカ側のコンサルタントは USED (United State Energy Association) で、ブルガリア側カウンターパートは産業省である。当初ブルガリア側のカウンターパートはエネルギー委員会であったが、ブルガリア政府内の組織変更にもない、産業貿易省、産業省とカウンターパートが変更になった。アメリカ側はブルガリアのローカルコンサルタントを使用して本プロジェクトを実施した。

工場での熱エネルギーの節約可能性を12%あるとの中間報告をしているとのことだが、最終レポートはまだ提出されていない。

b. UNIDO「省エネルギー2000」

「省エネルギー2000」計画は西欧と東欧のエネルギー専門家の情報交換をするために UNIDO により設立され、ブルガリアも本計画に参加している。

c. World Bank「ブルガリアのエネルギー政策研究」

ブルガリアのエネルギー情勢をマクロ的に調査したもので、Draft Report が1991年12月に当時のブルガリア側カウンターパートの産業貿易省に提出された。

報告書の内容は、電力、石油、天然ガス、石炭等のエネルギー資源に関して、価格、需給等の面から分析するとともに、省エネルギーについても非常に簡単にふれている。

d. EC「PHARE 計画」(Poland, Hungary Aid for Restructual Economy)

PHARE 計画は EC の東欧支援策で、当初はポーランドとハンガリーが支援対象国であったが、現在は東欧全域とバルト 3 国が対象国となっている。

30million ECU(ドル換算43.5million US\$)が供与され、11.5million ECUは原子力発電所の安全性確保のために、10million ECUは原子力発電所の運転停止にともなうエネルギー輸入のために使用された。残りの約10million ECUは電力産業の改善用に予定している。

e. EC「Thermi 計画」

ECの資金により Energo Projekt 社の中にセンターを設立(92.7.10)し、ギリシャのコンサルタント会社が少なくとも2年間は運営をする事になった。センターの活動は省エネルギーを主目的とする予定である。ブルガリア側は本計画には参加していない。

f. フランス

フランスの財団が熱供給設備の改善計画推進のために投資をしている。東欧3都市で実施しており、その1都市にソフィアが入っている。

(5) コンサルタントの活動

Industrial Energetica は研究者、エンジニア合わせて70人を擁し、過去の工場エネルギー調査の情報が蓄積されていることから、工場の省エネルギー指導を進めようと計画している。

また、省エネルギー推進を主業務とする民間コンサルタント会社も最近2-3社設立され、活動を始めている。工場と年間契約を結んだり、特定なプロジェクトを工場が実施する場合には案件毎に契約を結び、省エネルギー推進のためのアドバイスを行っている。

ブルガリアでは最近のエネルギー価格高騰に対処するため、工場はコンサルタントに依頼して省エネルギーに関するアドバイスを求めようとする動きが見られ、コンサルタントが活躍する機会がある。

4. 提 言

4. 提 言

4.1 エネルギー需給、省エネルギー政策の問題点

ブルガリアのエネルギー需給、省エネルギー政策の問題点としては、以下の諸点が考えられる。

(1) エネルギー需給上の問題点

- (1) エネルギーの輸入依存度が67%と大きい。
- (2) 大部分のエネルギー輸入先が旧ソ連1国に限定されている。
- (3) 主要な国産エネルギー資源であるリグナイトは低カロリー（1200-1300 kcal/kg）であり、かつ使用にあたっては脱硫、脱硝を必要とする。
- (4) 原子力発電所は旧ソ連製で、安全性が問題になっている。
- (5) 火力発電所は老朽化し、徹底的な改修を必要とするものがある。
- (6) 工業部門のエネルギー消費効率が悪い。
- (7) 一般家庭の暖房に電力が使用されている。

(2) 省エネルギー政策上の問題点

- (1) 政治改革の過程にあるため、過去の政策がすべて廃止され、施策が空白状態になっている。
- (2) 一元的にエネルギー問題を管轄する政府機関が存在せず、機能が分散されている。したがって、施策も各部署で別個に散発的に検討されている。
- (3) 長期的な経済計画が策定されていない。
- (4) エネルギー価格の自由化は進んでいるが、民生用エネルギーについては補助金が支出され、政策的な低価格に抑えられている。

また、工業用電力やスチームについては従量料金のみであり、供給側の収支安定、需要家側の省エネルギー推進に有効な体系になっていない。

- (5) 工場の株式は国によって保有され、実質的な民営化が進んでいない。
- (6) 政府、企業とも財政的に苦しく、施策や投資のための原資に乏しい。

4.2 エネルギー政策の確立

(1) エネルギー供給政策

ブルガリアはエネルギー供給量の60%-70%を輸入に依存しており、旧ソ連からのパイプ

ラインによる天然ガスをはじめ、その他のエネルギーも旧ソ連からの輸入がほとんどであった。しかし最近になり、旧ソ連の石油の減産が顕著になり、供給が不安定になりつつある。

エネルギーは産業のみならず運輸、民生いずれの部門においても国民生活の維持に欠くべからざるものであり、安価、良質なエネルギーを長期にわたって安定的に供給確保できるようにしておかねばならない。エネルギー資源開発および受け入れ・転換設備の建設には膨大な資金と長い期間が必要であり、長期的な視点に立ってエネルギー供給計画を確立しておくべきである。

一方、エネルギー消費の面では産業の国際競争力を強化するとともに、エネルギー輸入のための外貨節減、エネルギー価格変動への抵抗力増大等の意味から、できるだけ省エネルギー的な消費構造に改めて行かねばならない。工場で省エネルギーを推進すると、エネルギー消費量の低減がはかれるとともに、操業の安定化、品質の向上という副次的効果も期待でき、国際競争力が強化される。

さらに、近年は自国の事情のみを考慮するだけでは足りず、地球規模の環境問題—すなわち、温室効果ガスによる温暖化と硫黄化合物や窒素化合物による酸性雨—への対応も国際的な責務として要求される。

また、エネルギー資源、特に石油については資源の大部分が中東地区に偏在しており、世界の石油需給や価格には不安定な要素が多い。

これらの諸条件を満たすような最適エネルギー需給計画を策定し、それを達成するためのエネルギー政策を決定しておくことが基本的に必要である。

さらに、各省庁、国民各層が共通認識を持ち、国の望む方向へ行動するよう誘導するためには、エネルギー政策の基本的な事項を公表するとともに、常に広報活動を怠らないことが大切である。

(2) 省エネルギー政策

1973年に勃発したアラブ・イスラエル間の中東戦争に際してOPECが発動した石油戦略は石油価格の大幅引上げと一時的な輸出停止により世界経済に大きな衝撃を与え、その後の長期にわたる世界的な景気停滞の主因になった。さらに1979年にイラン政変にともなう第2次石油危機が発生し、石油需給は世界的に逼迫し、OPECを中心とする産油国の石油の値上げが相次ぎ、石油価格が高騰し、世界経済はその後数年にわたり低迷した。

この2度の石油危機に際しては、自由世界主要諸国は政府・民間が一丸となってエネルギー政策を見直すとともに、省エネルギーの推進を強力に実施し、その結果1984年頃からようやく経済の回復を見た。

現在、ブルガリアを含む東欧諸国は計画経済から市場経済への移行の過程で経済危機に直面しており、エネルギー面から見るとエネルギー供給の不安定、エネルギー価格の高騰という西側諸国の第1次、第2次石油危機当時と似た状況にある。よって、ブルガリアにおいても、先の石油危機において自由世界諸国が実施したと同様に、官民一体となって省エネルギー推進に努力しなければならない。

ここでいう「省エネルギー」とは最小のエネルギー投入で最大の効果が得られるように「エネルギーの使用の合理化」を図るということである。従って省エネルギー施策は国の経済発展、国民生活水準の向上、環境保全といった社会的要請を満たしながら、エネルギー消費の各段階で無駄を省き、可能な限り効率的にエネルギーが使用されるようにするため講ずる措置であり、政府の強制的な使用制限やエネルギー割当により、企業の生産活動や国民生活を制約するものではない。

エネルギー資源の大半を輸入に依存するブルガリアにおいては、省エネルギーは重要な「エネルギー資源」と位置づけることが出来る。

省エネルギーが進展するためには、政府は経済面および技術面での環境整備を図ることが重要である。

省エネルギー行動の動機付けにエネルギー価格が大きな役割を果たすことは疑いがない。また、省エネルギーを実行すれば、実施者は直接エネルギー経費の節減という利益を得ることができる。そのため、エネルギー価格が適正に設定されれば市場原理で省エネルギーが自然と推進されるので、特段の省エネルギー施策は必要でなく、企業や個人の行動は自由選択に任せればよいという意見を持つ人がある。

しかしながら、以下のような理由から政府による省エネルギー施策は必要という意見が世界の大勢である。

- ① エネルギー市場価格はその時々短期需給に左右され、必ずしも長期的な展望を反映していない。
- ② エネルギーの問題は企業や個人にとって主要な関心事項にはなり難い。
- ③ 省エネルギーを実行するための方法、手段についての適切な情報が得られないと具体的な活動にはつながらないし、仮に実施しても十分な成果が得られない。

国際エネルギー機関 (International Energy Agency) でも石油危機にあたって加盟各国がとった省エネルギー施策を検証し、市場メカニズムと政府の役割はともに重要であり、これまでの施策の方向を継続するべきであるという評価を行っている。

特に、ブルガリアの工場ではこれまで省エネルギー推進の必要性がなかったため、省エネルギーに対する認識が薄く、政府が省エネルギー推進対策を何も講じなければ、自発的な省

エネルギー行動が行われることは期待できない。

これまで、各国で進められた省エネルギー政策は以下の項目を含んでいる。

- 1) 省エネルギー目標の設定
- 2) 適正なエネルギー価格の設定
- 3) ある程度の規制（記録・報告義務、エネルギー管理者配置等）
- 4) エネルギー状況および省エネルギー技術情報の提供、広報
- 5) 教育・訓練、診断指導
- 6) 省エネルギー活動に対するインセンティブ
- 7) 技術開発

これらの政策を実施する上で、国としての基本政策を決定して、法、大統領規則あるいは国家エネルギー計画等として広く一般に周知させる必要がある。日本においては「エネルギーの使用の合理化に関する法律」を制定して、政策の拠り所としている。

4.3 エネルギー主管組織の明確化

最適エネルギーミックス計画は以下の諸条件を勘案して策定しなければならない。

- 国内エネルギー資源量、性状および賦存状況、
- 輸入エネルギーの購入可能性、安定性、品質、および価格の見込み
- エネルギーの種類別・部門別消費見込み
- エネルギー受け入れ・転換設備（発電所等）の建設見込み、運転状況
- エネルギー価格、税
- エネルギー使用の合理化推進見込み

したがって、エネルギー施策管轄部署は各一次エネルギー、二次エネルギーの生産・消費状況を総合的に把握できる組織でなければならない。

現在ブルガリアでは石炭、電力、熱の供給管理組織としてエネルギー委員会が、石油、天然ガスの供給管理組織として産業省があるが、主管組織としては産業省に所属する Agency としてエネルギー委員会と産業省の両機能を一元化するとともに、総合的なエネルギー政策、省エネルギー政策の企画を担当させるのが適当と考える。

一元化したエネルギー主管組織の業務には以下の事項が含まれる。

- エネルギー需給計画策定および需給調整
 - 長期需給計画策定
 - 年度需給計画策定および需給調整

エネルギー供給対策

エネルギー資源探査・開発計画

国内エネルギー資源供給の安定化、効率化、安全確保

国外エネルギー資源輸入計画

エネルギー輸入設備、建設、維持補修

発電設備・製油所等エネルギー転換設備建設、維持補修、効率改善

新エネルギー開発、エネルギー代替計画

エネルギー需要抑制対策

エネルギー価格設定

効率化のための情報提供、教育、指導

効率化投資促進

エネルギー使用機器効率・消費構造改善推進

技術開発

参考までに日本の例を示すと、1973年に通商産業省内に Department と並列の Agency として「資源エネルギー庁」が設立された。その組織には以下のような職制が含まれ、資源エネルギー政策を一元的に管轄している。

総務課：全般調整、広報

企画調査：総合的な政策立案、内外エネルギー関連事項調査

国際資源：海外鉱物資源開発、国際協力

省エネルギー対策：

石油代替エネルギー対策：

鉱業部門

石油部門：石油政策、需給計画、精製、流通、備蓄、開発

石炭部門：石炭政策、需給計画、輸入、採掘、合理化、産炭地振興、鉱害対策

電力事業部門：電力政策、需給計画、価格発電会社管理、電源開発、電気技術、発電、

原子力発電安全管理

ガス事業部門：都市ガス政策、需給計画、価格、製造、保安

熱供給部門：熱供給政策、需給計画、価格、供給、保安

その他部門：海洋開発、地熱対策、液化石油ガス

4.4 エネルギー価格の適正化

(1) 原価主義に基づく適正な価格の設定

エネルギー価格が意図的に低く抑えられた場合はインセンティブが働かず、省エネルギーに対する関心が希薄になる。

エネルギーの消費者価格は、国際的な市場が存在する場合は国際市場価格を反映させ、そうでない場合はエネルギー供給を維持するための長期的コストを反映させるべきであるというIEA加盟国の合意が存在している。実際、多くのIEA諸国では電力・ガス価格を実際のコストに基づいて決定している。

それとともにエネルギー価格は、エネルギー生産・利用における環境コストといった外部要因による費用を出来るかぎり内部化すべきである。

ブルガリアにおいては石油、天然ガスおよび石炭の消費者価格を国際市場価格に近づけることに関しては大きな進展が見られるが、依然電力や民生用の熱供給の消費者価格に対する価格コントロール、補助金支給等が残っている。電力、民生用熱供給に対する補助金はできるだけ速やかに廃止し、コストに見合う価格に近づけることが望ましい。

この場合、当然ながら電力会社、熱供給会社がコスト引き下げに努力すべきことはいうまでもない。

(2) 二部料金制の導入

現在の電力、熱供給の料金はすべて従量制になっている。このため、需要家が消費節減を行うとエネルギー価格を引き上げないとエネルギー供給会社の収支が合わないことになる。需要家側から見ると、消費を節減してもエネルギー単価が上昇すれば節減金額が目減りするので、消費節減のインセンティブが働かない制度になっている。

基本料金と従量料金の二部料金制を導入して、供給会社は基本料金で固定費（償却、金利等の設備経費、人件費、管理費）を回収し、従量料金で原・燃料費等の変動費を回収するようになった方がよい。これによって、需要家側は基本料金は一定であるが、消費節減によって従量料金を減少することができる。供給側は販売量の多少に関わらず基本料金収入で固定費を賄うことができるので、重油や天然ガス価格が大幅に変動しない限り、一定の販売単価でも収支を安定させることができる。

基本料金は需要家の契約量すなわち消費規模に応じて設定される。供給会社の設備は最大需要量を供給できる能力で建設されるので、それを各需要家が分担するという考え方である。ただし、年数の経過とともに増加する人件費や修理費を吸収するための企業努力が供給

会社には要求される。

以上のように、基本料金制度を取り入れることにより、エネルギー供給会社の収入の安定を図ると同時に、需要家の契約量未達成に対するペナルティを廃止し、省エネルギー推進のために有効な料金体系とするべきである。

参考までに日本の電気・都市ガス価格の例を示す。これらの料金は供給会社からの申請に基づき、通商産業省資源エネルギー庁の審査、公聴会、関係関係会議の承認という手続きを経て、通商産業大臣の認可により決定される。

a. 電気

日本の現行電気料金制度は、高福祉社会の実現、省エネルギーの推進という基本的な要請に基づき、電灯用は「3段階料金制度」になっている。具体的には、生活に必需な月間120kwhまでの第1段階が比較的安い料金、次の130kwhまでの第2段階は平均的料金、第3段階は省エネルギーを推進するため、限界費用の上昇傾向を反映した価格が適用される。

さらに、日本は亜熱帯国であって夏期の冷房需要のため夏期にピークが発生するので、ピークの抑制を図ることを目的として、電力用契約に「季節別料金制」が採用されている。主要ポイントは以下の通りである。

- ① 定額制料金（総容量400VA以下の電灯または小型機器）は使用電力量の大きさに関係なく契約負荷に相当する定められた定額料金となる。ただし全く電気を使用しない場合でも50%料金となる。
- ② 基本料金は契約電力量に比例して設定される。
- ③ 基本料金は力率0.85を基準として算出され、力率1%増減するごとに基本料金が1%減増する。
- ④ 従量電灯契約には、夜間蓄熱型機器使用に対する割引制度がある。
- ⑤ 業務用電力契約で、夜間負荷が30%以上あると夜間率調整割引がある。
- ⑥ 高圧電力および特別高圧電力契約では、季節別、時間帯別料金制度があり、夏期料金はその他の季節料金に対して電力量料金が高くなる。また、深夜料金および夜間料金は昼間料金に対して割安になる。

b. 都市ガス

ガス料金は以下の3つの原則に基づき設定される。

① 原価主義の原則

能率的な経営を前提とした原価、すなわちガスの製造・供給・営業に関わる全ての費用に、適正な利潤を加えた総括原価と料金収入が一致するように料金を設定する。

② 公正報酬の原則

総括原価に含まれる事業報酬の水準は、事業の合理的な発展を遂げるのに必要な資金を調達できる程度の適正な支払利子および配当に見合うものとする。

③ 公平の原則

特定の消費者に対して不当に差別的な取扱をすることがないように料金を設定する。

ガス料金の体系には一般料金制度と負荷調整契約料金制度がある。

一般料金制度には次の2種類がある。

① ブロック料金制

ガスメーターの大きさに応じて最低使用量を定め、その範囲では料金を定額とし、それを越える使用量に対しては使用量に応じた料金を課す方式で、主として小規模の地方ガス事業者の大半が採用している。

② 複数二部料金制

使用規模に応じて2～3区分に区別し、それぞれに基本料金と従量料金を設定する方式で、大手ガス事業者が採用している。

負荷調整契約料金制度はガス需要の季節格差、時間差が極めて大きいため、これをできるだけ平準化することにより設備全体の利用率を高め、原価の引き下げを図り、料金を安定させるという見地から運用されている料金制度である。現在、産業用および空調用等一定規模以上の使用量を消費し、年間を通じて負荷変動が少ない需要家が対象になり、価格が割り引かれる。

4.5 省エネルギー施策実行機関の設置

省エネルギー対策のなかには情報提供のように不特定多数の企業、個人を対象にする実務が含まれるが、この業務を政府職員が直接実施するのは適当でなく、しかるべき実施機関（仮称省エネルギーセンター）を設置して実行を委託するのが望ましい。

実施する業務は国の政策に沿った事項で、営利を目的とするものでないし、また営利会社に利用されてはならないので、民間機関ではあるが行政機関すなわち新たに設置されるエネルギー庁の直接監督のもとに運営される公的な性格の中立機関とすべきである。従って、その設立は法律で規定されることが望ましい。

その運営経費は情報提供を受ける企業からの賛助会費、研修会等の事業収入によって賄われるべきであるが、事業が軌道にのるまでは国家予算による補助が必要となろう。

また、ある程度の業務量に達するまでは独立機関としての省エネルギーセンターを設置するのは困難と見られるが、本調査により技術移転された工場診断指導の継続実施、研修会の早期実施は是非必要なので、当面既存の機関例えば診断は Industrial Energetics、Echotec

Product 等に、研修は科学技術者同盟等に委託して実施することが考えられる。

省エネルギーセンターの事業内容としては以下の事項が含まれる。

- ・省エネルギーに関する資料・情報の収集、調査研究
- ・広報
- ・省エネルギーに関する技術的診断指導
- ・技術者の教育、訓練
- ・後述の「エネルギー管理者」の養成

4.6 工場省エネルギー推進施策

(1) エネルギー多消費工場での省エネルギー推進の強化

a. エネルギー管理重点工場の指定

工場の省エネルギーはそれぞれが自主的に推進すべきものであるが、大口エネルギー消費工場については、政府としても常にその省エネルギー推進状況を把握しておき、適切な指導を実施することが必要がある。

そのために、一定量以上の多量のエネルギーを使用する工場を「エネルギー管理重点工場」として指定し、政府の省エネルギー推進担当部署が指定工場でのエネルギーの使用状況、省エネルギーの推進状況が把握できるように、記録・報告を求める体制を確立することが有効である。

指定する工場の基準は、「エネルギー管理重点工場」のエネルギー消費量の合計が工業部門の総エネルギー消費量の80%程度をカバーできるように選ぶのが適当である。

b. エネルギー管理者の制度化

省エネルギー活動は工場全体としての活動にしないと実効が上がり難いので、省エネルギー推進の核となり、工場全体のエネルギーの合理的使用を管理する専門家を「エネルギー管理者」として、上記の「エネルギー管理重点工場」に配置することを義務づける。

この「エネルギー管理者」は政府が認定する技術資格を取得している者から選定することを条件とし、工場のエネルギーの合理的使用の推進を図るとともに、政府に対してエネルギーの使用状況の報告をする任務を担う。

(2) 省エネルギー推進のための工場での技術的判断基準の設定

工場が省エネルギーを推進する際に、業種に関わらず基本的に実施すべき技術項目やその水準を政府が公表し、工場の技術者、「エネルギー管理者」等が的確な判断を行いやすいようにする。この基準は法的に達成しなければならない基準を示すものではなく、工場が自主的

に独自の推進計画を作成するにあたって判断の基準になる誘導指標の性格を持つ。

(3) 省エネルギー推進のための設備投資促進策

a. 優遇税制の創設

エネルギー効率がよいか、または省エネルギーに効果のある機械・設備のうち政府が指定したものを工場が導入する場合、例えば利益税の軽減等により導入が容易になるよう政府が助成する。

参考までに、日本では政府の指定する241設備について、取得金額の7%が利益税から控除される制度がある。

b. 低金利融資制度の創設

工場が省エネルギー設備を導入する場合、通常金利より低い金利で設備導入資金の融資を受けられる制度を創設する。

(4) 省エネルギーの普及啓蒙、情報提供、表彰

経営者会議等を通じてエネルギー情勢、政府の施策、省エネルギーの進展状況等の情報を経営者に知らせ、省エネルギーの必要性を訴え、積極的な推進を促すようにする。

工場において具体的な省エネルギー活動に移るには省エネルギー技術に関する情報が不可欠である。

工場に対する技術指導、アドバイス、工場エネルギー診断、セミナーの開催、展示会、出版物等を通じて広く省エネルギー情報を提供することが大切である。

特に、実施成功例を紹介することは、投資に対する不安感を取り除く点で効果的である。

省エネルギーの面で顕著な成績を挙げた企業や、功績のあった個人を広く周知される形で表彰することは当事者のモラルの向上、工場の省エネルギーに対する関心の喚起に有効な対策である。また、省エネルギー効果の大きい機器・設備・プロセス等の開発者に対する表彰は開発意欲の増進、機器の普及促進に有効であるが、この場合中立機関による厳重な技術評価を経る必要がある。参考までに日本では以上の他に、優秀な改善成功事例、一般大衆向けのポスター、論文についての表彰も行われている。

4.7 技術開発

エネルギー効率のよい機器・設備・プロセスの開発は基本的には各民間企業が自主的に、自らのリスクで行うべきであるが、極めて先端的でリスクが大きい場合、開発費用が巨額になる場合については民間の活動に委ねるのみでは進展が期待できない。そのようなテーマについて

は国の費用で公的な機関あるいは複数企業で編成する研究組合に委託して研究開発を進めるのがよい。

Table 4.1 Summary of Proposed Policies

Item	Current problems	Priority items for implementation	Short-term items for implementation	Mid-term items for implementation
1 Energy policy administrative organizations	The relevant authorities are different according to the type of energy.	The agency in charge of the comprehensive energy policy should be set up within the Ministry of Industries. An inter-ministerial liaison conference should be organized.		
2 Energy policies	The basic energy policy is not yet worked out.	The mid- and long-term demand and supply prospect should be prepared. The basics for energy policies should be determined and publicized. Energy conservation policies should be determined.		Laws and regulations should be set up.
3 Energy prices	Energy prices are partly kept to low values for political reasons. Promotion of energy conservation is adversely affected by some charge system.	The charge system should be modified so as to be oriented for energy conservation.	Energy prices should be raised to the international price levels or to a level reflecting the cost.	
4 Promotion measures of energy conservation for factories	All energy conservation promotion packages are left abolished owing to difficulties in national finance and poor factory funds. There is no systematic supply of information. The factory is hindered from investment by such economic reasons as poor funds.	Information on the situation of energy consumption in major factories must be collected. Motivation must be given. Information supply promotion should be budgeted. A seminar for training should be held. (Entrustment) A guide to diagnosis should be provided. (Entrustment) Budget for investment promotion should be designed and budgeted. (Tax deduction and financing in low interest)	Energy intensive factories should be designated. Energy manager should be assigned. The factories in designated factories and individuals posting remarkable achievements should be commended. Training courses should be held. (on commissioning basis) Diagnosis and guidance should be implemented. (on commissioning basis) A system for financing at low interest should be set up.	Technical criteria for energy conservation should be established. Incentives should be introduced (tax reduction). Periodicals should be published. A tax incentive system in favor of investment for energy conservation should be set up.
5 Organization to implement energy conservation promotion measures	There is no public organization to implement the concrete measures to promote energy conservation.	A policy implementation administrative section should be established within the Ministry of Industries.	An "Energy conservation center" should be set up.	
6 Technological development	No efforts have been made at the public level to develop energy conservation technologies.		A budget for technological development must be appropriated.	Technological development must be implemented at the public level.

5. モデル工場における エネルギー使用状況調査

5. 1. 洗剤工場

5.1 洗剤工場の調査結果

5.1.1 工場の概要

(1) 工場名

Verila

(2) 業種

化学

(3) 主要製品名および生産能力

Synthetic Detergent	Granule	30,000 t / y
	Powder	12,000
	Liquid	15,000
		14,000
Grease		14,000
Textile Additives		8,000
Alkylbenzene Sulfonic Acid		1,500
Nonion Surface Active Agent		6,000
Polyol		12,000
Antifreeze		1500
Auxiliaries for Industry		18,000

(4) 従業員数

750

(5) 工場所在地

Ravno Pole - Verila Station, Sofia Reg

(6) 工場の沿革

1945年に機械油再生工場として発足したが、60年代に入って工業用添加剤、合成洗剤の生産を始めた。さらに70年代には顆粒洗剤および洗剤原料のアルキルベンゼンスルホン酸やノニオン界面活性剤の生産を始めた。80年代以降はポリウレタン樹脂原料のポリオールを生産を開始するとともに、グリース、工業用添加剤およびアルキルベンゼンスルホン酸設備の近代化更新を行っている。

ブルガリアにおいて顆粒洗剤を生産しているのは当工場のみであり、液体・粉末洗剤を併せて国全体の60～70%の洗剤を生産する最大の工場である。

1 昨年来の景気低迷の影響を受け、当工場の稼働率も低水準にとどまっている。今回の調

査期間中も大部分の工程は休止していたが、洗剤乾燥器は調査のために運転された。

(7) 調査期間

1993.3.8~3.12

(8) 調査員

井口 光雄	団長・エネルギー管理
中川 暉雄	副団長・計測
三宅 正志	化学プロセス
遠藤 正史	熱技術
野崎 幸雄	熱技術
田中 頼彦	電気技術

(9) 面接者

Mr. Stefan Javacheff	General Manager
Mr. Kosta Armyanov	Senior Engineer
Mr. Seferov	Head of Production Department
Mr. Lazarski	Head of Maintenance Department
Ms. Erika Tainova	Chief of Electric Division
Mr. Hristoforov	Heat Engineer

(10) 生産量推移

Table 5.1.1 Trend of Production (t/y)

Name of Product	Unit	1987	1988	1989	1990	1991	1992	
Detergent	Granule	t	18474	16426	14868	9311	5431	5385
	Powder	t	16840	19847	19397	15986	6513	2646
	Liquid	t	14945	12100	14036	14411	5341	9433
Grease	t	9817	9148	8366	2441	1221	1511	
Non-ion Surfactant	t	17579	17424	18007	13365	4676	2676	
Alkyl Benzene Sulfonate	t	6644	7910	7022	2958	193	3526	
Polyol	t	0	1111	4162	1335	272	186	
Antifreeze	t	1334	1882	1241	773	729	0	
Auxiliaries for Industry	t	6630	6163	5626	4013	3717	3025	

(1) 販売量推移

Table 5.1.2 Trend of Sales Amount

Name of Product		Unit	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Detergent	Granule	t					2533	5355
		t	36656	37972	35245	19692		
	Powder	t					11630	2639
	Liquid	t	14647	15033	13566	18812	5905	9433
Grease		t	9688	8364	7758	3198	1178	1493
Non-ion Surface Agent		t	9169	9423	9602	7425	1849	1594
Alkyl Benzene Sulfonate		t	2287	1818	2080	860	38	350
Polyol		t	0	219	4150	2093	234	186
Antifreeze		t	1547	2222	1240	668	233	0
Auxiliaries for Industry		t	5476	5197	5630	4628	3292	2700

(2) エネルギー消費量推移

Table 5.1.3 Trend of Energy Consumption

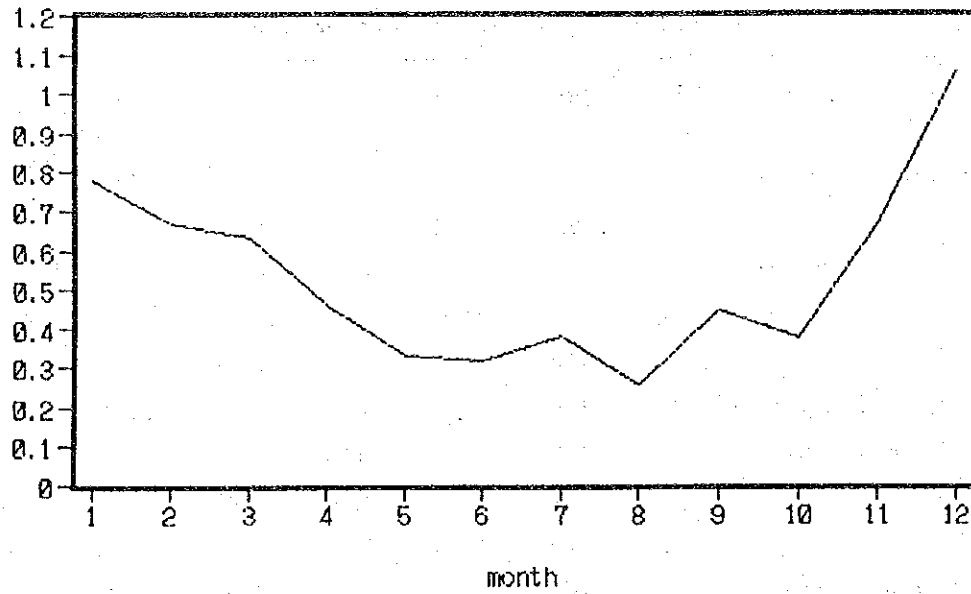
Energy	Unit	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Fuel Oil	kl	11000	11500	11250	9300	2000	469
Diesel Oil	kl	1726	1578	2117	850	245	414
Natural Gas	1000m ³	0	0	0	0	2609	6377
Electric Power	MWh		11767	13378	8057	5626	6356

(3) 天然ガス月別消費量 (1992)

Table 5.1.4 Natural Gas Consumption by Month

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
1000Nm ³	780	670	634	460	332	317	383	255	448	377	669	1052	6377

Figure 5.1.1 Natural Gas Consumption (1992) $\times 10^6 \text{ m}^3$
million m^3 /month 1992



(14) エネルギー価格

天然ガス	7800 Kcal/ m^3	2360 Lv/1000 m^3	Summer		
		1715 Lv/1000 m^3	Winter		
電力	Time	Peak	Day	Night	Oct - Mar
		Lv/kwh	1.395	0.754	
	Lv/kwh	1.217	0.655	0.322	Apr - Sep

(15) 工場配置図

Figure 5.1.2 Factory Layout

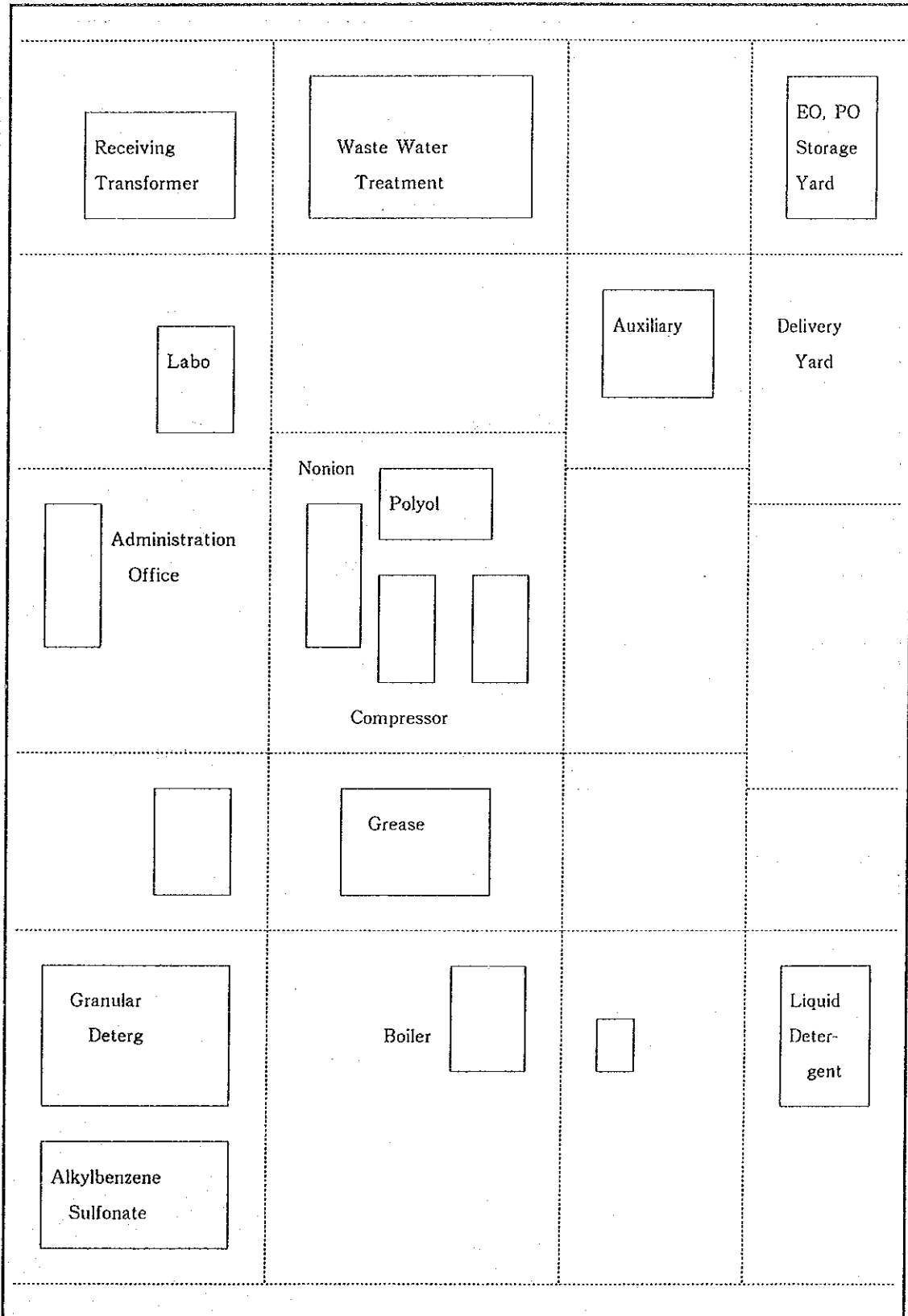
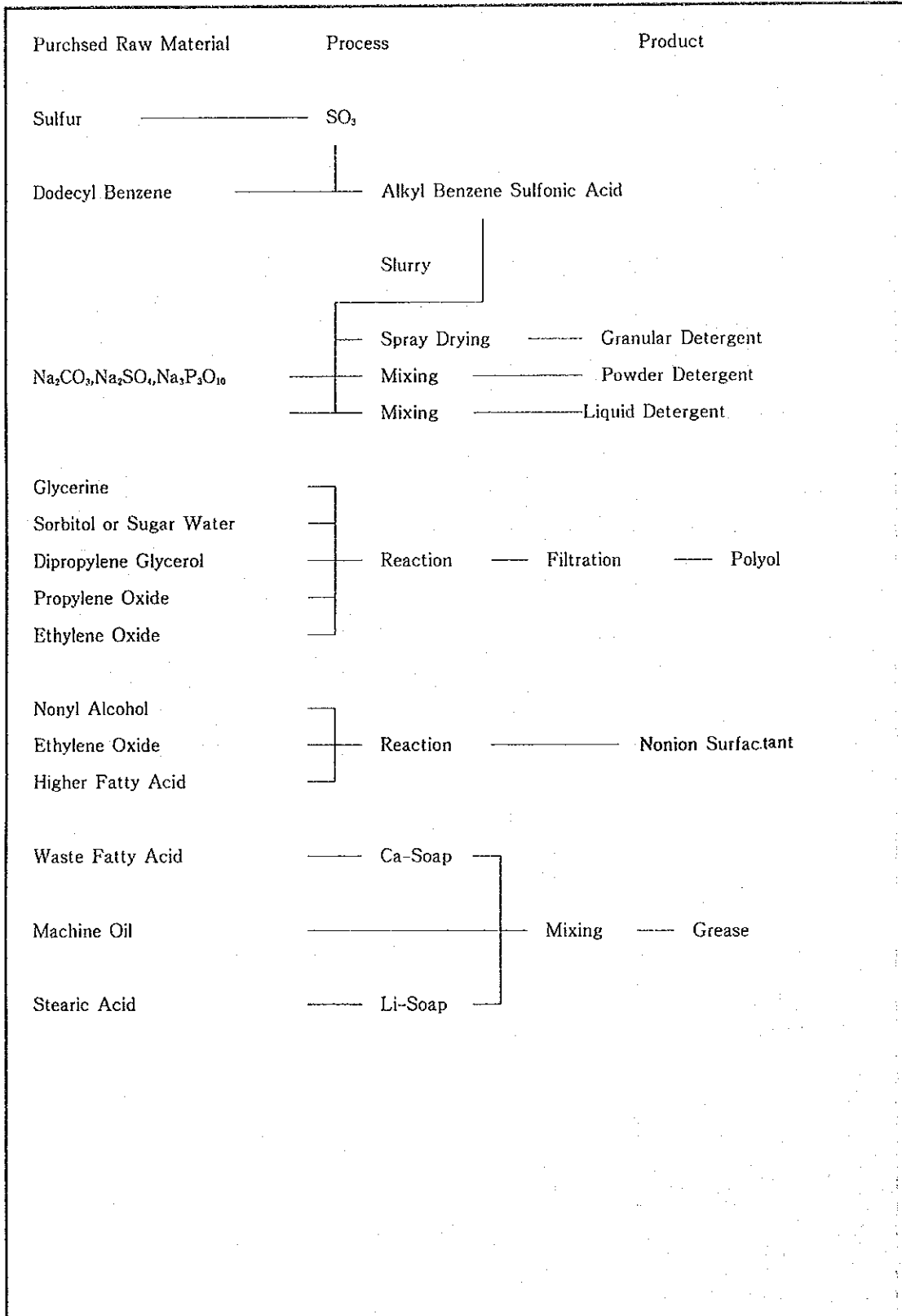
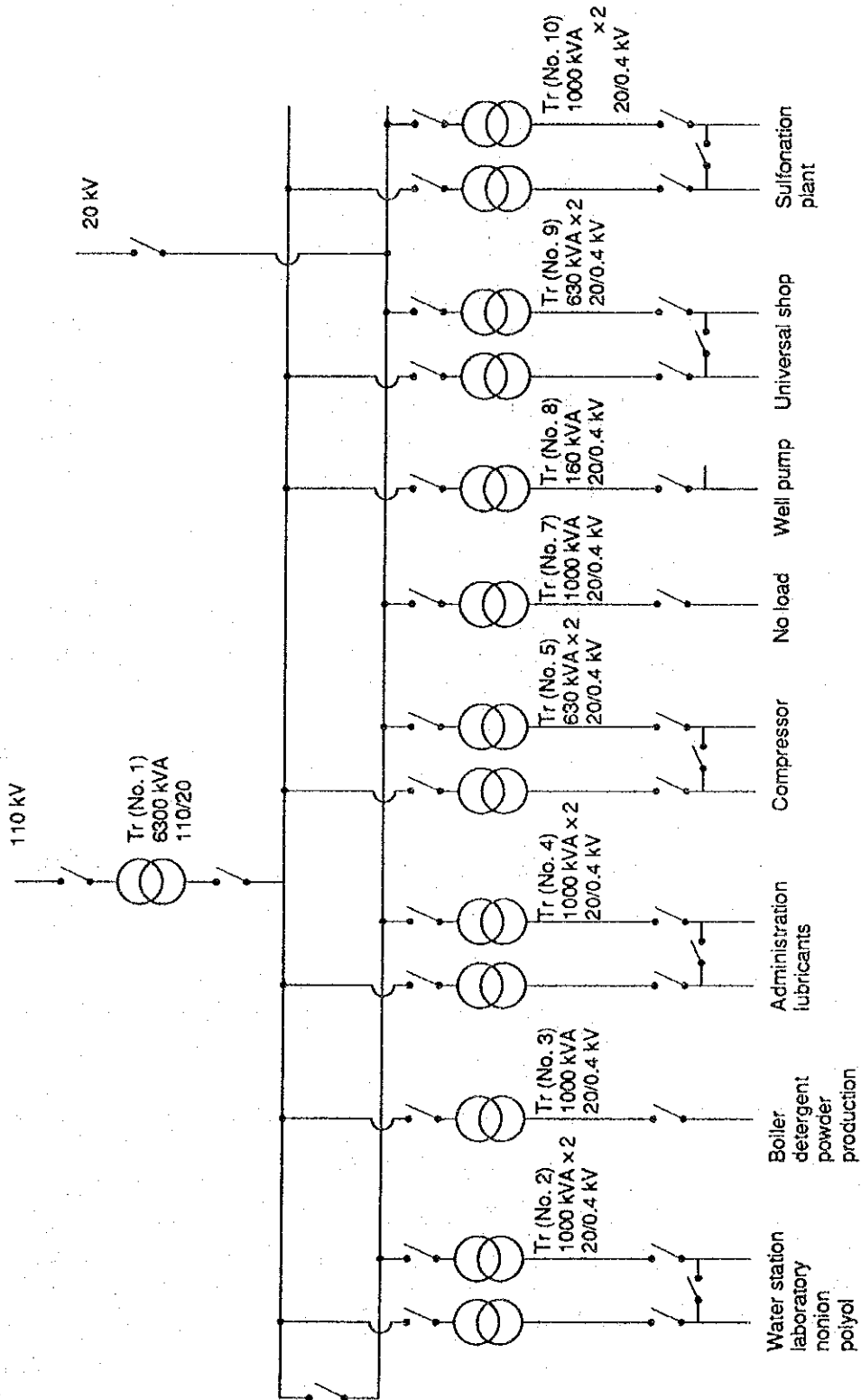


Figure 5.1.3 Production Processes



(17) 電力単線結線図

Figure 5.1.4 Electric Power One Line Diagram



(18) 主要設備の概要

Table 5.1.5 Outline of Principal Equipment

Name	Number	Specification	
Alkyl Benzene Sulfonate	1	Sodium Salt Paste (100 %) 1,500 kg/h	
Granular Detergent	1	Slurry (40 ~ 50 % H ₂ O) 5,00 ~ 7,000 kg/h	
Powder Detergent	1	Mixer	
Liquid Detergent	1	Mixer Plastic Bottle Extruder	
Polyol	1	18,000 t/year, 60 t/day Polyoxyethylating Reactor	30 m ³ × 1
Nonion Surfactant	1	6,000 t/y Polymerizing Reactor	5 m ³
		Sulfonating Reactor	5 m ³
		Neutralizing Reactor	3 m ³
Grease	2	14,000 t/y Ca Contactor	4.5 m ³
		Li Contactor	5.3 m ³
		Heating Media Heater	800,000 kcal/h
Boiler	4	Flue smoke tube boiler	6 bar, 12 t/h

5.1.2 エネルギー管理の状況

当工場ではこれまで燃料の重油から天然ガスへの転換、スチームトラップの試験的導入、ピーク時間帯の電力量抑制、熱担当グループの設置などの省エネルギー対策がとられているが、工場の全従業員を対象とした組織的な活動は行われていない。

エネルギーは工場内のいたるところで直接的、間接的に使用されており、その全ての局面において省エネルギーのポテンシャルがあるといえる。

エネルギーの消費効率には設備・機器の性能と操業方法によって変わるが、この何れも運転や保全などの関係者の技術と行動によって大きな差を生じる。

設備については適切な保全・整備により設計性能を維持するだけでなく、小規模の改造により性能向上を図り、操業方法についても作業標準を遵守するのみでなく、よりよい操業方法を探索する改善活動を常に続ける必要がある。

これらは、すべて人の行動に関係するものであり、省エネルギーを効果的に推進するためには、設備的な対策とともに工場の全従業員が心を合わせて目標の達成に努力するような全員参加の体制を作ることが肝要である。

(1) 省エネルギー目標の設定

省エネルギー活動を開始するにはまず企業のトップが省エネルギーは経営上の重要な項目であることを明かにし、真剣に取り組もうとする姿勢を従業員全体に示すことが大切である。このことによって、従業員は省エネルギーに努力することが企業の方針に合致するという確信が得られ、積極的に取り組むようになる。

トップからの指示は省エネルギーをして欲しいと云う抽象的な指示のみでは不十分であり、具体的な目標値、達成期限等を従業員に示すことが必要である。これを受けて、工場の各部門は全体目標が達成されるよう、部署ごとにそれぞれの責任範囲で処理し得るような項目について具体的に目標を設定する。目標ができて始めてこの目標を達成するための各種アプローチの検討や計画作成、業務の割当など具体的な活動に移ることができる。

しかし目標を設定するには現在の工場のエネルギー消費実態が正確に把握されていなければならない。当工場では電力については各変電所に電力量計が設置されているが、購入天然ガスの計量器が工場側になく、月に2回会社から連絡を受けるだけであり、ガス消費量の日常管理はできない。天然ガスを用いて発生しているスチームの量も給水計量器がないため分からないし、各工程のスチーム計量器もない。

各工程でどれほどのエネルギーが消費されているかが分からないと、設計条件などと対比して良否を評価し、定量的な目標値を設定することができない。また、省エネルギー対策を実施してもその効果を確認することができない。まず計量器を設備することが望まれる。

(2) 組織的な活動

当工場では熱エネルギー担当のスタッフが置かれているが、従業員全体が参加するような組織的な省エネルギー推進のための活動は行われていない。

工場全体で足並みを揃えて省エネルギー活動を進めるには、管理部門、生産部門、補助部門の間、あるいは生産部門の中でも工程間の連絡を図るため、それぞれの代表者で構成される委員会を作った方がよい。この委員会では省エネルギー計画の策定、予算の決定、技術的な省エネルギー対策案の承認、実績の評価、事例の紹介等が行われる。これによって、各部門の認識の統一、重点的な進行が可能となる。また、ある対策がその前後工程を含めて全体としての効果があるかどうかの検証が可能となり、別の観点からの助言も期待できる。この

会議での決定事項の実行が担保されるよう、この会議の座長には工場長またはそれに次ぐ権限のある人を充てなければならない。

また、従業員が省エネルギーに対する関心を常に維持するよう種々の行事を実施したり、省エネルギー活動が円滑に進行するよう関係部門間の調整を図る役目を持つコーディネーターを任命することも必要である。

エネルギー使用設備に日常接し、問題点を肌で感じているのは現場第一線の従業員である。また、如何に優秀な設備を整え、立派な作業標準を作ってもそれが守られ、上手に設備が使いこなされなければ、決してエネルギー効率の向上は望めない。したがって、現場第一の従業員にも省エネルギーへの関心を持たせ、積極的に活動に参加させるようにすることが効果的である。

(3) データに基づく管理

省エネルギー活動も品質管理と同じく、改善計画を立て (Plan)、実施し (Do)、その結果を評価し (Check)、それに基づいて修正もしくは歯止めを行い (Action)、さらに一步進んだ段階の計画に進むということを繰り返し、順次管理のレベルを高めて行くというPDCAのサークルを回すことによって、着実な進展を図ることができる。

改善計画の立案に当たって着眼すべきエネルギー消費上の問題点や改善の種は自工場のデータ (事実) を客観的に解析することによって、初めて明らかになる。省エネルギー対策の効果も実績データを基に、原単位管理図、ヒストグラム、相関分析など統計技法を利用して確認する。異常なデータに対してはその原因を探ることにより、多くの情報が得られる。そのためには主要工程毎にエネルギー計量器を設備し、定期的に消費量を記録し、生産状況と対比できるように整理しておく必要がある。

評価の結果を定期的に公表して末端までそれぞれの努力の結果が分かるようにすることが大切である。これによって、職場間の良い意味での競争意識を醸成することができる。

また、顕著な成果を挙げた職場や優秀な提案に対しては、これを表彰して励みを与えるようにする。

(4) 従業員教育

従業員の自発的な活動を促すためには十分な情報の提供が不可欠である。今後エネルギー価格の動向、製造コストに占めるエネルギー費のウェイト、エネルギー損失発生原因と防止策、他工場での省エネルギー成功事例などの情報を従業員に提供して省エネルギーの動機付けを図るとともに、スタッフによる指導、研修会やマニュアル配布等により従業員教育を進

め、レベルアップを図る必要がある。

(5) 設備管理

設備が適切に保全されていないと大きなエネルギー損失を生ずる。当工場ではスチーム洩れや保温の施工洩れや脱落が多く見られたが、保温補修のようにいつでもできるものは随時、スチーム漏洩の補修のようにスチーム供給を止めなければならないものは洩れ場所に目印を付けるとともに帳面に記録しておいて定期的に補修するようにすべきである。

スチーム洩れは音速を越すスチームの力により摩耗が進行して漏洩量が増加する傾向にあり、それとともにスチームが保温材をも脱落させる。当工場のスチーム漏洩の多くは前年の冬の凍結により発生したとのことであり、1年も放置したことによるエネルギー損失量は大きい。

図面は機器の維持・保全のためには必要欠くべからざるものであり、改造工事を施した場合は直ちに修正図面を作成し、誰もが容易に見られるよう整理して置かなければならない。当工場では各工程毎に図面が保管されているが、系統だった整理がされていないし、機器サプライヤの一般的な図面のみで、工場の実態に適合していないものもあった。

5.1.3 エネルギー使用上の問題点と対策

(1) 生産工程

A) アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ

この工程は今回の調査時には操業停止中であった。

本設備は1992年に従来の設備に替えて新設された (Ballestra S. P. A. MILAN - Italy 製)。

連続方式で、アルキルベンゼンスルホン酸ソーダのペースト (100%) として1,500kg/hの生産能力があり、下記の工程から成る。

- a. シリカゲルによる空気の乾燥
- b. 硫黄の空気酸化反応による三酸化硫黄の製造
- c. アルキルベンゼンのスルホン化反応によるアルキルベンゼンスルホン酸の製造
(アルキルベンゼンとしてはドデシルベンゼンを使用)
- d. 苛性ソーダとの中和反応によるアルキルベンゼンスルホン酸ソーダの製造

アルキルベンゼンスルホン酸ソーダはタンクに貯留され、粉末および液体の合成洗剤として使用され、また一部はそのまま外販もされる。

熱エネルギー使用上は、硫黄の酸化反応熱は空気乾燥用のシリカゲルの再生およびス

チーム発生に利用されるなど合理化された工程になっている。

B) 顆粒合成洗剤

本設備は稼働中であり、測定を実施した。

1974年 (Mario Ballestra 社製) から稼働しており、運転操作は原則的には制御室で行われるシステムとなっているが、原料スラリー用高圧ポンプおよびノズル、添加剤供給系統計量器などマニュアル制御されている部分も多い。連続方式であり、下記の工程から成る。

- a. 天然ガス燃焼によるスラリー乾燥用熱風の発生
- b. アルキルベンゼンスルホン酸ソーダに添加剤を添加したスラリーの調整と加圧
- c. 乾燥塔内に噴霧したスラリーと熱風の向流熱交換による顆粒の製造
- d. サイクロン集塵器による集塵と排気

合成洗剤スラリー (50%) として、5,000~6,000kg/h の生産能力がある。当工場のなかではボイラーに次いで多量に熱エネルギーを使用する工程である。

C) 粉末合成洗剤

1964年から稼働している回分方式の設備である。

ミキサーで粉末成分とアルキルベンゼンスルホン酸ソーダペーストなどの液体成分を混合し、粉末化してパッキングする。

常温工程であり、熱エネルギー使用上の特別の課題はない。

D) 液体合成洗剤

1964年から稼働している回分方式の設備である。

ミキサーで粉末成分とアルキルベンゼンスルホン酸ソーダペーストなどの液体成分を混合し、液状化してプラスチック容器に充填する。

常温工程であり、熱エネルギー使用上の特別の課題はない。

ただしプラスチック容器の成型機にはかなりの量の冷却水が使用されており、温水が排出されている現状では利用が困難であり、排水処理施設の負荷となっている。汚染されていない排水であり、循環使用が望ましい。

製品見本の品質については、日本の製品に比べて水分含有量および粒度分布の幅が少し広いが、性能上の問題はない。ただし、現在日本では無リン化が進んでおり、ビルダーとしてゼオライトが大量に用いられるようになってきている。

E) ポリオール

本設備は操業停止中であつた。

1986年に新設された (Pressindustria Engineering and Plants - S. P. A. Biassono MILAN - Italy 製) 設備であり、運転操作は制御室から遠隔で行われるシステムになって

いる。

回分方式であり、下記の工程から成る。

- a. グリセリンの脱水
- b. 脱水グリセリンとソルビトールまたは砂糖とエチレンオキサイドまたはプロピレンオキサイドによる重合
- c. 中和および濾過
- d. 窒素置換システム
- e. 真空システム

ポリオールはタンクに貯留され、ポリウレタンの原料として出荷される。主反応槽は30 m³で、18,000 t/yearの生産能力がある。

熱エネルギー使用上は、反応の初期段階は熱媒体による加熱(120℃)を要するが、反応は発熱反応であり、反応中はむしろ水冷するのでとくに大きな課題はない。

ただし、屋外設備については容器および配管などの保温に損傷部分がかかり見受けられ、補修が必要である。また、省エネルギー面のみでなく、作業安全の面からも不要な配管などの整理撤去が必要である。

製品見本の品質は日本の相当品とほぼ同等である。

F) ノニオン界面活性剤

本設備は操業停止中であった。

1980年に新設された回分方式の設備であり、6,000 t/yの能力がある。運転操作はマニュアルで行うシステムとなっており、下記の工程から成る。

- a. 高級アルコールの脱水
- b. 脱水アルコールとエチレンオキサイドの重合
- c. 重合したエーテルアルコールのクロールスルホン酸による硫酸化
- d. 苛性ソーダによる中和
- e. 窒素置換システム
- f. 真空システム
- g. 熱媒体システム

ノニオン界面活性剤はタンクに貯留され、合成洗剤生産の原料として使用され、またそのまま出荷もされる。なお、この工程を使用してブレーキオイルの生産も行われている。

反応槽は5 m³のものが2基、3 m³のものが1基あり、その他の小容量の容器および各種の配管が設置されているところから、工業用補助剤など多品種少量生産の可能な工程となっている。

熱エネルギー使用上は、反応の初期段階は熱媒体による加熱（120℃）を要するが、反応は発熱反応であり、反応中はむしろ水冷するのでとくに大きな課題はない。

ただし、設備については容器および配管などの保温に損傷部分がかかり見受けられ、補修が必要である。また、省エネルギー面のみでなく、作業安全の面からも不要な配管などの整理撤去が必要である。

製品見本の品質は日本の相当品とほぼ同等である。

G) グリース

1980年に新設された回分方式の設備であり、運転操作はマニュアルで行うシステムとなっている。低温用のカルシウム系グリースと高温用のリチウム系グリースの両系統があり、下記の工程から成る。

- a. 廃脂肪酸の鹼化によるカルシウム石鹼の製造（スチーム加熱100℃）
ステアリン酸の鹼化によるリチウム石鹼の製造（熱媒体加熱200℃）
- b. 鉱物油との混合と冷却
- c. 缶に充填
- d. 熱媒体システム

反応槽はカルシウム系が4.5m³ 1系列、リチウムが5.3m³ 1系列である。平均的には7.5 t / batch、14,000 t / y の生産能力がある。

熱エネルギー使用上は、鹼化段階では加熱を要するが、この熱は鉱物油との混合効率の向上に効果的に利用されており、とくに課題はない。

ただし工程から排出される油分は廃水処理施設の負荷となっている。

製品見本の品質については、日本の相当品とほぼ同等である。

H) 生産工程関連廃水処理施設

用水は6,000 ton / 日の地下水を使用しているが、このうちBOD負荷となる生産工程排水は約2,000 ton / 日であり、これに液体洗剤容器成型機および空気圧縮機の冷却排水が混入し、埋設配管を通して処理施設に集められ、総合処理された後ソフィア市中央処理場へポンプで送られる。処理は油水分離、凝集沈殿および砂濾過の工程を経て行われる。汚濁水と汚染されていない排水が同時に処理排水されており、その結果汚濁物質濃度が低下しているのが現状である。

しかし、現在の処理水水質は市の受入れ水質基準値を大幅に上回っており、多額の料金を支払っている状況であり（50万 Lv / 月）、今後はさらに一層増額する見通しである。

今後の課題としては工程別の排水水質と量の把握、排水配管経路の適正化、冷水塔の活用による温排水の循環などの対策をとる必要がある。

過去にも具体的な対策を立て、着工したがその後工事が中断されたという経緯がある。やむを得ない資金面の事情があると見られるが、事業場全体のコスト削減の課題としては極めて大きなものと考えられる。多額の投資を伴うものであるが、適切な現状分析に基づいた計画推進が望まれる。

現在の処理方法では日本の排水基準を満たすことはできない。生物処理だけでなく、三次処理が必要となる。将来の規制強化を想定すれば、油水分離、凝集沈殿、生物処理、温排水の有効利用および三次処理などの単位操作の適切な組合せが重要な課題となる。

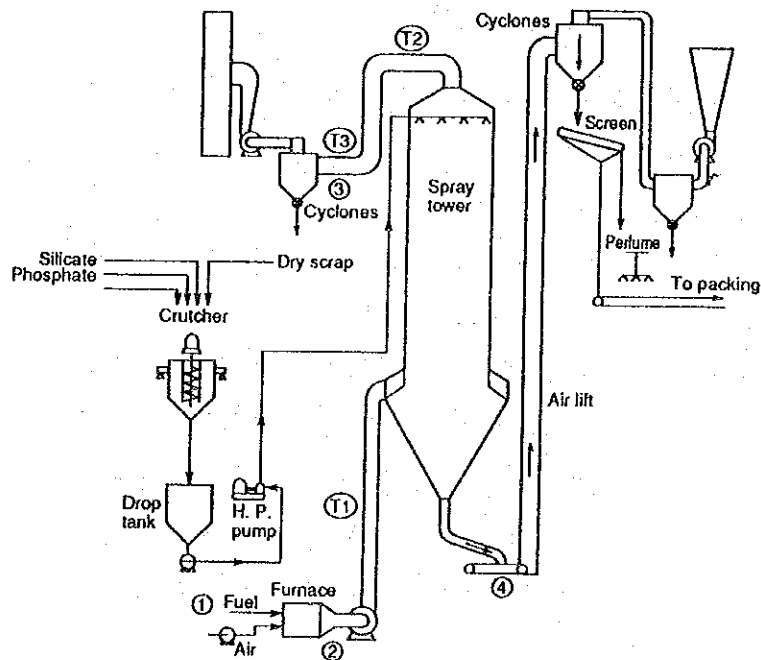
(2) 合成洗剤乾燥機

A) 設備仕様

a. フローシート

設備のフローシートを Figure 5.1.5 に示す。

Fig. 5.1.5 Flow sheet of dryer



燃料天然ガスを燃焼炉で燃焼し、燃焼排ガスを燃焼炉の外筒を通じて流入する空気によって約500℃に調節し、送風ブロアによって乾燥用の熱風として乾燥塔の下部に送入する。

主原料であるアルキルベンゼンスルホン酸ソーダペーストおよびトリポリリン酸ソーダなどの添加物を混入した原料スラリーを、高圧ポンプで乾燥塔の上部から噴霧する。

熱風は乾燥塔内を上昇する間に原料スラリー中の水分を奪い、水分飽和に近い状態となって乾燥塔から出て、マルチサイクロンで集塵された後出口ブロアにより排気される。一方原料スラリーは乾燥塔内を下降する間に乾燥し、下部の出口から排出される。乾燥物をエアリフトで建屋上層部まで搬送する間に、トリポリリン酸ソーダなどの結晶化に伴う発生熱を空気で冷却除去し、スクリーンにかけ、粗粒は原料スラリーに戻し、整粒したものに成分添加をして、製品の顆粒合成洗剤とする。

図中にT1、T2、T3と示してあるところは温度測定用熱電対を挿入している位置であり、温度は制御室の温度指示計に示される。

燃料の天然ガス流量はT1の設定温度に応じてバルブ開度の高、低で制御される。主原料であるアルキルベンゼンスルホン酸ソーダペーストおよびトリポリリン酸ソーダなどの添加物は計量器で計量して添加し、この量の積算値は制御室の記録計に記録される。ただし添加水量は記録されていない。

図中に①、②、③、④と示してあるところは今回測定を実施した位置である。それぞれの位置の測定項目はつぎのとおりである。

- | | |
|----------|------------|
| ① 燃料天然ガス | 流速、温度、圧力 |
| ② 入口熱風 | 流速、温度、酸素濃度 |
| ③ 出口熱風 | 流速、温度、酸素濃度 |

(ただし流速はダストトラブルのため間欠測定)

- | | |
|-------|----|
| ④ 乾燥物 | 水分 |
|-------|----|

b. 燃焼炉および乾燥塔の構造

燃焼炉および乾燥塔の構造を Figure 5.1.6、Figure 5.1.7に示す。

c. 設備仕様

設備仕様を Table 5.1.6に示す。

Figure 5.1.6 Structure of Furnace

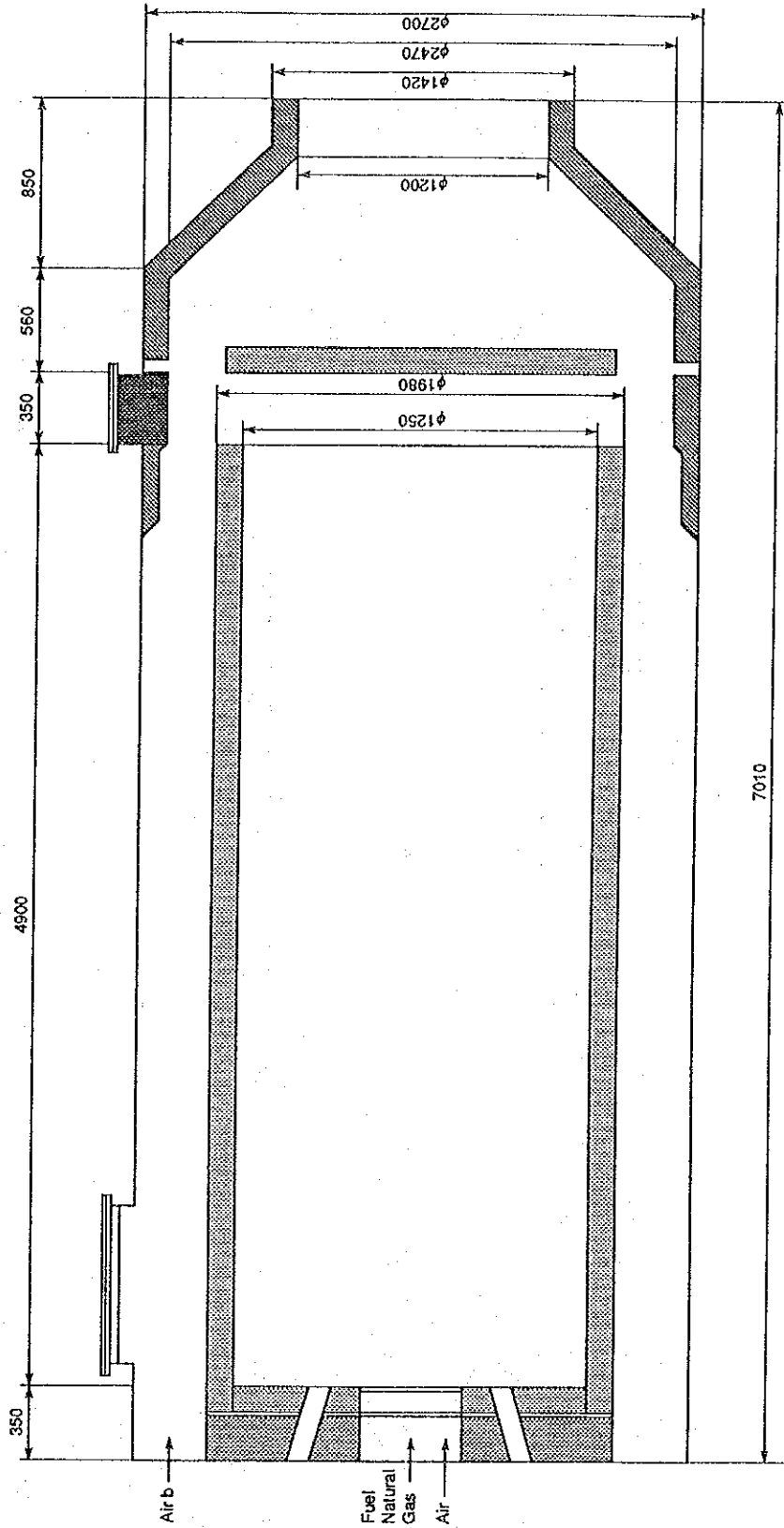


Figure 5.1.7 Structure of Dryer

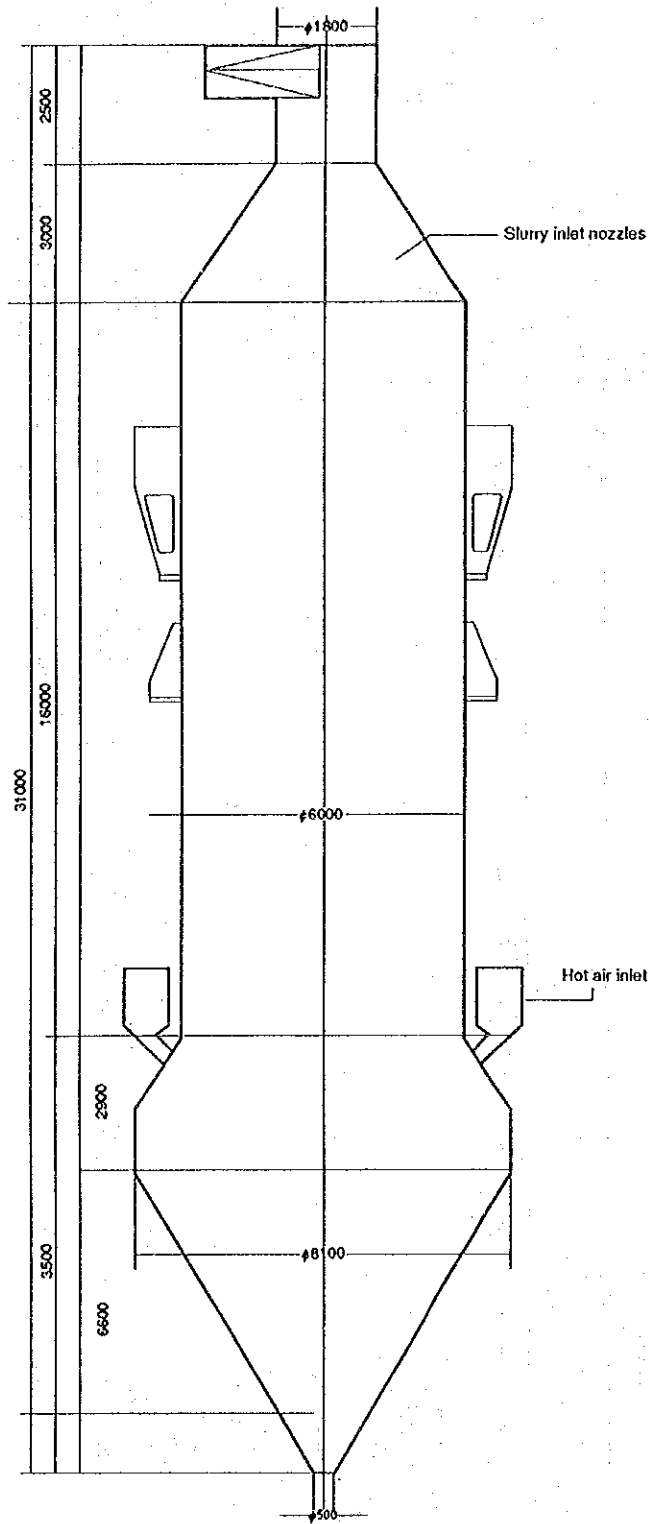


Table 5.1.6 Specification of Dryer

Item		Specification
Furnace	Combustion Chamber	4,900mm L × 1,750mm φ 11.8m ³
	Air Mixing Chamber	3.7m ³
	Refractory	110~115mm t
	Bridge Wall	110mm t
Spray Tower	Drying Chamber	16,000mm L × 6,000mm φ 453m ³
	Insulator	Drying Chamber 40mm t (300°C type) Hot Air Chamber 50mm t (400°C type)
	Surface Area	480m ²
Hot Air Inlet Duct		20,000mm L × 1,200mm φ
	Insulator	50mm t (400°C type)
	Surface Area	100m ²
Hot Air Outlet Duct		20,000mm L × 1,100mm φ
	Insulator	40mm t (300°C type)
	Surface Area	70m ²
Blower	Combustion Air	6,000 Nm ³ /h
	Inlet Hot Air	90,000 Nm ³ /h
	Insulator	50mm t (400°C type)
	Motor	18.5 kW
	Outlet Hot Air	75,000 Nm ³ /h
Material Preparation	Ponderal Dosing Group on Strain Gages	6 Sets
	Dosing Cycles	120 times/h
Material Feed	High Pressure Pump	2 Step Reciprocating type 1 st. Step 6~8 bar. 2 nd. Step 20~60 bar. 800~1,500 rpm Steam Tracing & Insulation Feed Temperature 50°C
	Spray Nozzles	12 Nozzles (6 Spare) Dia. 3.5mm φ
Auxiliary Components	Exhaust Air Cyclones	3 × 2 Lines
	Air Lift	
	Cyclone for Air Lift	2 × 1 Lines
	Vibrator Rotating Mixer	

B) 熱収支

a. 測定時間1993.3.10午前中に各測定位置に計測器を設置し、乾燥塔の運転状況の測定を開始した。運転の経過は次の通りである。

- 12:00 燃焼開始
- 12:30 原料送入開始、測定開始
- 15:05 原料送入停止 (アルギルベンゼンスルホン酸ソーダペースト送入用スネークポンプの故障による)
- 16:00 測定終了

測定記録の信頼性を検討した結果、つぎの時間帯の測定値を解析対象とする。

- 流速、温度、圧力、酸素濃度 14:10~15:10
- 原料スラリー送分量 13:00~15:00
- 乾燥物水分量 14:00~15:00

b. 原料関連物質収支

原料送分量積算値および乾燥物の水分分析値を Table 5.1.7 に示す。なお備考として各原料の成分、組成を記す。この積算値を Figure 5.1.8 に図示する。各直線の勾配から求めた各成分の時間当たりの送分量を図中に記す。

原料関連物質収支を Table 5.1.8 に示す。

Table 5.1.7 Raw Material Cumulative Feed

Time \ Component	①	②	③	④	⑤	⑥	Moisture
13:00	284	294	166	327	283	216	
13:20	586	672	336	667	575	437	
14:00	1212	1474	707	1194	824	913	4.0%
14:30	—	—	—	—	—	—	3.7%
15:00	2204	2763	1285	1998	1797	1655	2.03%

- Note 1 :
- ① Sodium tripolyphosphate $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ MW=368
 - ② Sodium sulfate $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 1\text{H}_2\text{O}$ MW=142+18
 - ③ Sodium carbonate Na_2CO_3
 - ④ ABS 47% Paste
 - ⑤ CMC 6.0%
 - VEROL-C15 8.3% Nonion Surfactant
 - Additives 1.0% Bleaching Agent
 - Water 84.7%
 - ⑥ Sodium silicate 40%

Note 2 : Slurry Water Content Target 40%

Note 3 : Product Water Content 4% (105°C × 1 h)

原料関連物質収支を Table 5.1.8 に示す。

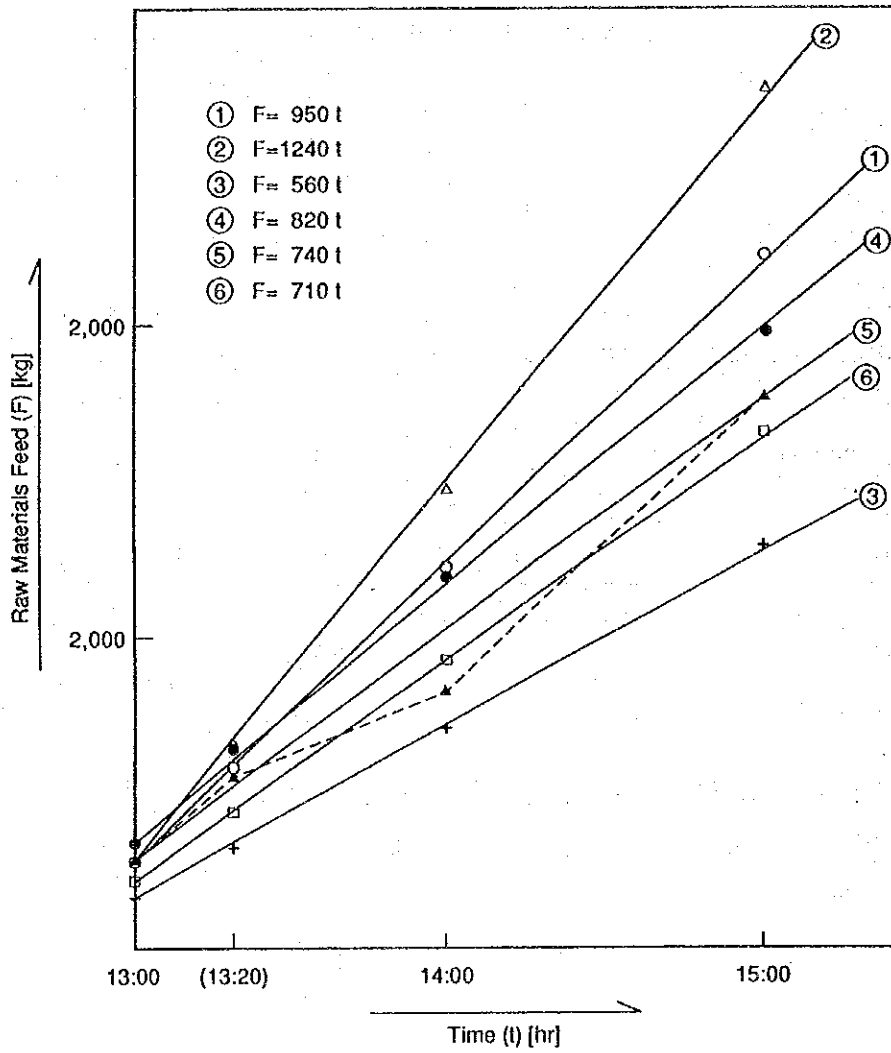
Table 5.1.8 Material Balance

No.	Materials		Wet kg/h	Dry kg/h	H ₂ O kg/h	Note	
①	Na ₅ P ₃ O ₁₀		950	950	0		
②	Na ₂ SO ₄ ·1H ₂ O		1240	1100.5	139.5	1240×142/160=1100.5	
③	Na ₂ CO ₃		560	560	0		
④	ABS Paste	47%	820	385.5	434.5	820×0.47=385.5	
⑤	CMC & Aditives	15.3%	740	113	627	740×0.153=113	
⑥	Sodium silicate	40%	710	284	426	710×0.4=284	
subtotal			5020	3393	1627		
Additive H ₂ O					635		
Feed Slurry			H ₂ O=40%	5655	3393	2262	3393/0.6=5655
Product			96%	3534	3393	141	3393/0.96=3534.4
Out put H ₂ O					2121		

Table 5.1.8 から乾燥塔への送入力、排出量は次の通りである。

原料スラリー (40%) 送入力	5,655	kg/h
乾燥物 (4%) 排出量	3,534	kg/h
水分排出量	2,121	kg/h

Figure 5.1.8 Raw Material Cumulative Feed



c. 熱風関連物資収支

燃料天然ガス組成および物性値を Table 5.1.9に示し、熱風関連測定値を Table 5.1.10に示す。

Table 5.1.9 Composition of Natural Gas

Component	CH ₄	C ₂ H ₆	nC ₄ H ₁₀	N ₂	CO ₂	RSH
Vol. %	98.66	0.33	0.02	0.96	0.03	25mg
Density	0.726		kg/Nm ³			
Calorific Value	8,507		kcal/Nm ³			
Viscosity	1.088 × 10 ⁻⁵		kg/(ms)			

Table 5.1.10 Result of Measurement

Time	March 10, 1993 (14:10~15:10)			
Room Temperature	Average	Max.	Min.	
℃	9.67	10.9	7.8	
Fuel	Pipe Inner Dia.=76mm φ			
	Average	Max.	Min.	
Flow	m ³ /h	333.0	581.4	0
Pressure	kg/cm ² G	0.100	0.118	0.079
Temperature	℃	7.17	7.9	6.5
Hot Air Inlet	Pipe Inner Dia.=1,200mm φ			
	Average	Max.	Min.	
Flow	m/s	16.89	21.57	12.76
	Nm ³ /h	16,936	42,189	0
Pressure	kg/cm ² G	0		
Temperature	℃	506.79	576.9	431.4
O ₂	%	17.20	18.64	15.57%
Hot Air Outlet	Pipe Inner Dia.=1,100mm φ			
	Average	Max.	Min.	
Flow	m/s	12.88	15.0	11.5
Pressure	kg/cm ² G	0		
Temperature	℃	100.93	110.7	90.5
O ₂	%	17.8	18.57	17.23

熱風量については上記の物性値および測定値を用い、次の(1)、(2)に示す手順に従って試算し、信頼性が高いと判断される方の値を用いて熱精算を行う。

(1) 天然ガス流速と熱風酸素濃度からの計算

天然ガス 1 Nm³あたりの理論空気量と理論湿り燃焼ガス量は式 (1.1)、(1.2) で示される。

$$A_0 = (2\text{CH}_4 + 3.5\text{C}_2\text{H}_6 + 6.5\text{C}_4\text{H}_{10}) / 0.21 = 9.46 \quad \dots \dots \dots (1.1)$$

$$G_0 = 1 + A_0 + 0.5 \times (\text{C}_2\text{H}_6 + 3\text{C}_4\text{H}_{10}) = 10.46 \quad \dots \dots \dots (1.2)$$

ここで、

A₀ : 理論空気量 Nm³/Nm³-Fuel

G₀ : 理論湿り燃焼ガス量 Nm³/Nm³-Fuel

燃焼ガス中の各成分の量は式 (1.3)、(1.4)、(1.5)、(1.6) で示される。

$$V_{O_2} = 0.21 (m - 1) A_0 = 1.986m - 1.986 \quad \dots \dots \dots (1.3)$$

$$V_{N_2} = 0.79 \times m \times A_0 + N_2 = 7.473m + 0.0096 \quad \dots \dots \dots (1.4)$$

$$V_{CO_2} = CH_4 + 2 C_2 H_6 + 4 C_4 H_{10} + CO_2 = 0.994 \quad \dots \dots \dots (1.5)$$

$$V_{H_2O} = 2 CH_4 + 3 C_2 H_6 + 5 C_4 H_{10} = 1.984 \quad \dots \dots \dots (1.6)$$

ここで

- m : 空気比
- V_{O_2} : 酸素量 N m³/N m³-Fuel
- V_{N_2} : 窒素量 N m³/N m³-Fuel
- V_{CO_2} : 炭酸ガス量 N m³/N m³-Fuel
- V_{H_2O} : 水蒸気量 N m³/N m³-Fuel

燃焼ガス中酸素濃度 (O₂) %=17.20であるから

$$(O_2) = V_{O_2} / (V_{O_2} + V_{N_2} + V_{CO_2} + V_{H_2O}) = 17.20 / 100 \quad \dots \dots \dots (1.7)$$

(1.7) 式を解くと空気比m=6.0となる。

実際燃焼湿りガス量Gは式 (1.8) のようになる。

$$G = G_0 + (m - 1) A_0 = 10.46 + 5.0 \times 9.46 = 57.75 \quad N m^3 / N m^3 - Fuel \quad \dots \dots \dots (1.8)$$

天然ガス燃焼量は Pitot 管で測定した燃料配管中心流速にレイノルズ数に応じた修正係数 ($V_{av}/V_{max} = 0.85$) を乗じ、標準状態に換算した結果次のようになった。

$$333.0 \quad N m^3 / h$$

したがって送熱風量は次のようになる。

$$57.75 \times 333.0 = 19,229 \quad N m^3 / h$$

(2) 送熱風流速から計算

送熱風量は燃焼炉出口の燃焼ガス配管で熱線風速計により測定した中心流速にレイノルズ数に応じた修正係数 ($V_{av}/V_{max} = 0.85$) を乗じ、標準状態に換算した結果次のようになった。

$$20.394 \quad N m^3 / h$$

(1)、(2)の計算結果を比較すると、燃焼ガス流速から求めた熱風量が天然ガス燃焼量から求めた熱風量の約1.06倍となった。熱風ダクトの直径 (1200mmφ) が大きく、また直管部が短いという点からみて、天然ガス燃焼量からの計算値の方が信頼性が高いと考えられるので、この値を熱収支計算に用いる。

d. 放熱量

無風の場合の垂直壁表面から外気への熱伝達率を (1.9) - (1.11) 式により求める。

$$\text{自然対流伝熱係数 } h_c = \alpha \times (t_s - t_o)^{1/4} \quad \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}) \quad \dots \dots (1.9)$$

$$\text{放射伝熱係数 } h_r = 4.88 \times \epsilon \times \{(273 + t_s)^4 - (273 + t_o)^4\} / 10^8 / (t_s - t_o) \\ \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}) \quad \dots \dots (1.10)$$

$$\text{単位面積放熱量 } h = (h_c + h_r) \times (t_s - t_o) \quad \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \quad \dots \dots (1.11)$$

ここに

- t_s : 壁表面温度 C
- t_o : 周囲温度 C (10°C)
- ϵ : 放射率 $\epsilon = 0.8$
- α : 自然対流の面の向きに関する係数
 - 水平上向き面 $\alpha = 2.8$
 - 水平下向き面 $\alpha = 1.5$
 - 垂直面 $\alpha = 2.2$

保温が完全な部分の壁温測定の結果、熱風送入ダクトと乾燥塔下部の面積約200㎡の部分では約65°C、熱風排出ダクトと乾燥塔上部の面積約450㎡の部分では約35°Cであった。

従って、保温部分の放熱量は次のようになる。

$$11.3 \times 200 \times (65 - 10) + 9.5 \times 450 \times (35 - 10) = 124,200 + 106,400 \\ = 230,600 \quad \text{kcal/h}$$

保温が損傷している部分については、熱風送入ダクトと乾燥塔下部の面積約10㎡の部分では約300°C、熱風排出ダクトと乾燥塔上部の面積約10㎡では約100°Cであった。

従って、保温損傷部分の放熱量は次のようになる。

$$24.4 \times 10 \times (300 - 10) + 13.1 \times 10 \times (100 - 10) = 70,900 + 11,800 \\ = 82,700 \quad \text{kcal/h}$$

$$\text{放熱量合計は } 230,600 + 82,700 = 313,300 \quad \text{kcal/h}$$

e. 熱収支

基準温度を室温 (10°C) とする。

〔入熱〕

- (1) 天然ガスの燃焼熱

$$8,507 \times 333 = 2,832,800 \quad \text{kcal/h}$$

- (2) 天然ガスの顕熱

$$0 \quad \text{kcal/h}$$

- (3) 燃焼用空気の顕熱

$$0 \quad \text{kcal/h}$$

- (4) 原料スラリー (50℃) の顕熱

固形噴の平均比熱を $0.22 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 、

水分の比熱を $1 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ とする。

$$(0.22 \times 3,393 + 1 \times 2,262) \times (50 - 10) = 120,300 \quad \text{kcal/h}$$

- (5) 送風ブローア

平均入力測定値 16 kW の 85% を仕事熱とする。

$$16 \times 860 \times 0.85 = 11,700 \quad \text{kcal/h}$$

〔出熱〕

- (1) 排出熱風

排出熱風の酸素濃度は 17.88% 、送風熱風の酸素濃度は 17.20% でよく近似している
ので、排出熱風は送風熱風と原料からの水分ならびに乾燥物の 5% に相当するダスト
から成るものとする。

送風熱風の成分量は式 (1.3) ~ (1.6) から次の通りになる。

$$V_{\text{O}_2} = 9.930 \quad \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-Fuel}$$

$$V_{\text{N}_2} = 44.838 \quad \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-Fuel}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 0.994 \quad \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-Fuel}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1.984 \quad \text{Nm}^3/\text{Nm}^3\text{-Fuel} = 1,984 \times 18/22.4 = 1.594 \text{ kg}/\text{Nm}^3$$

また、比熱 (100°C) は次の通りである。

$$\text{O}_2 \quad 0.315 \quad \text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\text{N}_2 \quad 0.311 \quad \text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\text{CO}_2 \quad 0.412 \quad \text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 0.45 \quad \text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

従って排出熱量 (ダストを除く) は次のようになる。

乾き排ガスの保有熱

$$333 \times (9.930 \times 0.315 + 44.838 \times 0.311 + 0.994 \times 0.412) \times (100 - 10) \\ = 523,900 \quad \text{kcal/h}$$

排ガス中の水蒸気の保有熱

$$1.594 \times 333 \times 0.45 \times (100 - 10) + ((100 - 10) + 539.1) \times 2.121$$

$$= 1,355,600 \quad \text{kcal/h}$$

(2) 乾燥物

乾燥物温度は50℃、ダスト温度は100℃とする。

$$(0.22 \times 3,393 + 1 \times 141.4) \{ (50 - 10) \times 0.95 + (100 - 10) \times 0.05 \}$$

$$= 37,700 \quad \text{kcal/h}$$

熱収支の結果を Table 5.1.11に示す。

Table 5.1.11 Heat Balance Chart of Dryer

Item	kcal/h	%
Heat Input		
(1) Combustion heat of fuel	2,832,800	95.5
(2) Sensible heat of fuel	0	0
(3) Sensible heat of air	0	0
(4) Sensible heat of slurry	120,300	4.1
(5) Work done by blower	11,700	0.4
Total	2,964,800	100.0
Heat Output		
(1) Heat of dry exhaust gas	523,900	17.7
(2) Heat of water vapor	1,355,600	45.7
(3) Heat of product	37,700	1.3
Subtotal	1,917,200	64.7
(4) Heat emission from insulated zone	230,600	7.8
(5) Heat emission from noninsulated zone	82,700	2.8
Subtotal	313,300	10.6
(6) Other heat losses	734,300	24.8
Total	2,964,800	100.0

f. 熱収支の検討

(1) 原単位

当工場の製品 1 t 当たり熱量原単位は次の通りである。

$$2,964,800 / 3.534 = 839,000 \text{ kcal/t-製品}$$

日本において発表されている値と比較してみる。

例A ¹⁾	原料水分	40%前後	
	熱量原単位	500,000~1,500,000 kcal/t-製品	
例B ²⁾	処理量	2,500	kg-製品/h
	原料温度	50	℃
	乾量基準原料含水率	65	%
	乾量基準製品含水量	7	%
	熱風流量	870	m ³ /min
	熱風入口温度	230	℃
	熱風出口温度	90	℃
	熱量原単位		

空気の比熱を0.3 kcal/(Nm³・℃)とすると

$$0.3 \times \{870 \times 273 / (273 + 230)\} \times (230 - 20) \times 60 / 2.500 \\ = 714,000 \text{ kcal/t-製品}$$

装置規模にもより単純な比較は困難であるが、当工場の原単位はこれらの例と同等の水準にある。

(2) 水分の影響

Table 5.1.11の熱収支結果をみると約734 Mcal/hのその他熱損失があることになる。これは入熱の約25%とかなり大きな値であるので、その原因と考えられる原料スラリーの水分について検討する。

熱収支の出熱では排ガス中の水蒸気の保有熱が支配的である。ヒヤリング調査では、原料スラリーの水分は40~50%の範囲で変動しているとのことであったが、今回の調査では原料スラリー水分測定値は得られなかったので、当日の設定値である40%と仮定して計算した。

(2), B), e. に延べたように、原料スラリー水分の持ち込む顕熱は式(1.10)で示される。

$$1 \times 2,262 \times (50 - 10) = 90,500 \quad \text{kcal/h} \dots \dots \dots (1.10)$$

また、排ガス中の水蒸気の保有熱のうちスラリー水分の蒸発によるものは式(1.11)で示される。

$$629.1 \times 2,121 = 1,334,000 \quad \text{kcal/h} \dots \dots \dots (1.11)$$

ここで2,262および2,121はそれぞれ原料スラリー中水分が40%の時の原料中水分量および蒸発水分量である。

Note 1) 豊田貞男 油化学 Vol 12, (1963) 383

2) 化学工業社資料

原料スラリーから発生する水蒸気量は式 (1.12) で表される。

$$Y = a X / (1 - X) - b \quad \dots \dots \dots (1.12)$$

ここで Y : 原料からの水蒸気量 kg/h
 X : 原料水分 %/100
 a : 製品乾燥物固形分量 3,393 kg/h
 b : 製品乾燥物水分量 141.4 kg/h

従って、原料水分の変化による入熱、出熱の変化を求めると Table 5.1.12 のようになる。ただし、水分以外の条件は変化しないものとする。

Table 5.1.12 Change of Heat Balance by Water Content of Slurry

Water content of material (%)	Slurry water		Vapor generated		Heat input Mcal/h	Heat output Mcal/h	Other losses	
	Volume kg/h	Latent heat Mcal/h	Volume kg/h	Potential heat Mcal/h			Mcal/h	%
35	1,827	73	1,686	1,061	2,947	1,957	991	34
40	2,262	90	2,121	1,334	2,965	2,231	734	25
45	2,776	111	2,635	1,658	2,985	2,554	431	14
50	3,393	136	3,252	2,046	3,010	2,942	68	2

この表から水分変化が熱収支に及ぼす影響は大きく、水分を推定値で計算したことが不明熱を大きくした原因ではないかと考えられる。

水分35~50%の範囲の出熱変化を直線と見なすと、水分1%あたり入熱量の約2.2%に相当し、水分量の調整が省エネルギーの面から極めて重要な課題であることを示している。

C) 設備ならびに運転の問題点と対策

a. 熱風流量

Figure 5.1.9に燃料天然ガス流量、Figure 5.1.10に送入熱風流速、Figure 5.1.11に送入熱風温度、Figure 5.1.12に排出熱風温度の測定結果を示す。測定位置は Figure 5.1.5 に①、②、③と示したところである。

Figure 5.1.9から燃料天然ガス流量は0~580N m³/hの間、Figure 5.1.10から送入熱風流速は13~22m/sの間、Figure 5.1.11から送入熱風温度は430~570℃の間を約2分間隔で規則的に変動していることが分かる。Figure 5.1.12の排出熱風温度は大量の水の蒸発により変動幅は縮小しているが、90~110℃の間で不規則に変動している。

送入条件の脈動は天然ガスの流量制御方法に原因がある。天然ガス送入量の制御は温度計 T 1 からの信号によって天然ガス流量制御弁の開度が高、低となる作動方式を取っ

Figure 5.1.9 Fuel Gas Flow

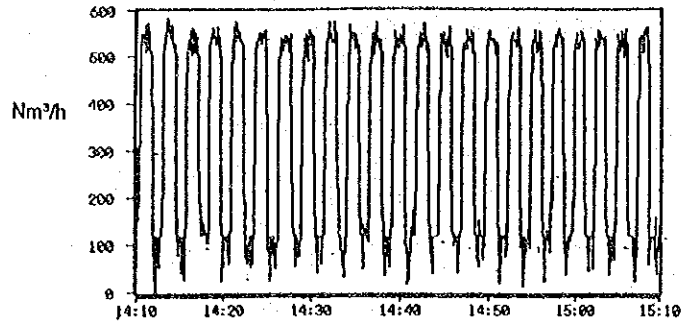


Figure 5.1.10 Inlet Hot Air Flow Rate

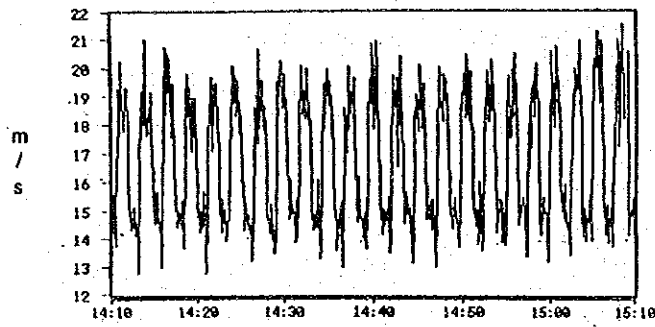


Figure 5.1.11 Inlet Hot Air Temperature

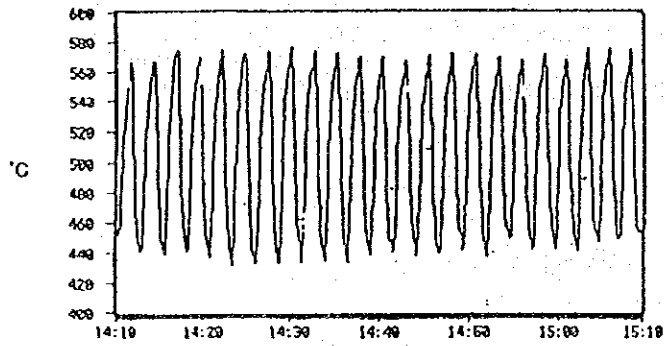
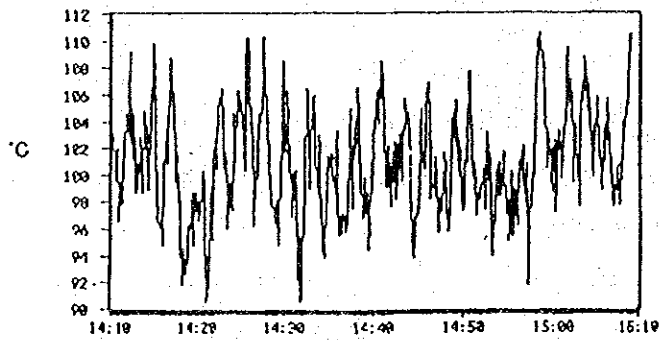


Figure 5.1.12 Outlet Air Temperature



ているが、測定値から判断するとオンオフに近い状態で作動していると見られる。このため、送入熱風流速および温度も脈動している。排出熱風温度はこれに原料スラリーの噴霧状態の変動が影響して脈動幅が不規則になっている。このことから流動層が非常に不安定であることがわかる。

このような熱風条件の大幅な脈動は乾燥工程では適切でない。とくに本工程のような原料スラリーが乾燥の過程で流動層を形成するような噴霧乾燥の場合は、安定な流動層を維持するためには流動化ガスである熱風の条件を安定したものにしなければならない。これは製品の水分含有量を設定値の範囲に保ち、製品の加熱を防止するなど品質管理上重要なことである。また、このような状況はエネルギーの損失を招くのみならず燃焼炉や熱風送入ブローアの損傷を促進し、装置の寿命を短くする大きな要因となる。

対策としては天然ガス送入量の制御装置の比例帯の幅を広げるか、2位置動作の場合でもガス入り口弁で最大流量を抑えるようにし、変動幅を現在の0~580 N m³/hから300±30 N m³/h程度に変更するとよい。

もうひとつの不安定要因である原料スラリーの噴霧条件の変動については、故障中の高圧スラリーポンプ回転数制御装置を適切に補修して、安定した噴霧条件を維持する必要がある。また、高圧スラリーポンプの流量制御を回転数制御によらずバイパスにより行うことは電力消費の増加にもつながる。

以上の対策によって乾燥塔内の流動状態が安定すれば、製品の水分量及び見かけ密度などの品質管理が容易となる。

b. 水分管理

原料スラリーおよび製品の水分がどの程度生産に影響を与えるかを検討する。蒸発水分量は一定とし、原料スラリー水分40%、製品水分5%の場合を標準とし、原料スラリー水分が50%となった場合および製品水分が10%となった場合について計算するとTable 5.1.13のようになる。

Table 5.1.13 Productivity Change by Water Content

Case		A	B	C
Water content of slurry	%	40	50	40
Water content of product	%	5	5	10
Dry matter in slurry	t	1.000	0.648	1.105
Water in slurry	t	0.667	0.648	0.737
Evaporated water	t	0.614	0.614	0.614
Water in product	t	0.053	0.034	0.123
Output of product	t	1.053	0.682	1.228

スラリー中の水分が10%増加すれば生産量は約35%低下し、製品中の水分を5%増加すれば約15%増産が可能になる。

改善策として原料スラリー水分の調整を自動化し、かつ計画的な水分分析システムを確立するとともに自動記録システムの導入が必要である。それとともに、高圧スラリーの温度を安定化させることによって、可能な限り原料スラリー水分を少なくすることが望ましい。

以上の対策によって仮に原料スラリーの水分を3%減少できれば、製品1tあたりの天然ガスの使用量を約7%節約することが期待できる。

c. 装置表面からの放熱量の低減

(1) 乾燥塔

乾燥塔では上下の熱風ダクトに合計20㎡程度の保温損傷部分が見られた。

この部分の保温を補修することによって放熱量は次のように低減する。

補修前放熱量 B) d. 参照

$$24.4 \times 10 \times (300 - 10) + 13.1 \times 10 \times (100 - 10) = 70,900 + 11,800 \\ = 82,700 \quad \text{kcal/h}$$

補修後放熱量

$$11.3 \times 10 \times (65 - 10) + 9.5 \times 10 \times (35 - 10) = 13,400 + 3,300 \\ = 16,700 \quad \text{kcal/h}$$

$$\text{放熱低減量} \quad 82,700 - 16,700 = 66,000 \quad \text{kcal/h}$$

(2) 高圧スラリー配管

原料スラリーは固形分を含み粘度が高い。したがって噴霧状態の安定化のためには温度管理が非常に重要である。しかし、スチームトレースされている原料スラリー配管の約40%程度は保温が損傷しており、また2、3箇所から生スチームが漏れている。このことは熱損失を生じるのみでなく、原料スラリーの安定供給を阻害する要因となるので早急に補修する必要がある。

d. 設備保全

運転操作は主として制御室で行われているが、高圧スラリーポンプ、添加物調整ステージ、添加物計量器、スクリーンおよび噴霧ノズルについては、比較的頻繁に作業者が機器の所に足を運び、調整している。不具合になる箇所はある程度限られているようなので、その原因を明らかにして対策をとる必要がある。

(1) 噴霧ノズル

特に噴霧ノズルについては、その調整作業の際作業者が乾燥塔上部のコーン部分の

保温の上に足を掛けるため、保温が大きく損傷している。噴霧ノズルの周辺の保温を完全にし、かつ調整作業のための足場を設置するとよい。この対策によってノズルの目づまりをかなり防止することが可能となり、また調整作業を安全で容易に行うことができるようになる。

ノズル整備作業はマニュアル化し、不具合が生じてから調整するのではなく、定められた周期で事前に調整する方が効果的である。

(2) 予備機の整備

製造工程の機器類のなかで重要なものには予備機が設置されてある。本工程ではペースト用スネークポンプ、高圧スラリーポンプ、噴霧ノズルなどである。予備機は予め定めたマニュアルに従って常に整備しておく必要がある。

今回の調査中、運転中止の原因となったペーストポンプについては予備ポンプも補修されてなかったが、連続運転体制を維持するためにも予備機の整備を怠ってはならない。

e. 公害対策

合成洗剤の粉末が各ステージに沈積しており、特にスクリーン周辺および乾燥塔排気口ならびにエアリフト排気口周辺に多量に沈積している。排気口は屋外であり、雨水に溶けて下水に混入し、排気処理施設の大きな負荷になったいる。

各ステージに沈積する合成洗剤の粉末は製品であり、適切な回収方法を工夫する必要がある。エアリフトの配管に清掃用のフレキシブルホースを接続しておき、吸引するような方法もある。

排気口からの粉末の集塵は現状では困難であるが、将来的には乾式または湿式の集塵装置を設置し、クローズドサイクルにしなければならない。日本の場合はバグフィルタと洗浄法の組合せによる集塵が行われている。