

ネパール王国  
尿素肥料工場計画調査  
報告書

1984年9月

国際協力事業団

鉦計工



84-145(1/2)



JICA LIBRARY



1031392[2]



ネパール王国  
尿素肥料工場計画調査  
報告書

1984年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 7. 23	116
登録No. 11773	684
	MPI

## はしがき

日本国政府はネパール王国政府の要請に基づき、同国における尿素肥料工場建設計画に関するフィージビリティ調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は坂梨品保を団長とする調査団を編成し、1984年1月8日より29日間に亘る現地調査を行った。調査団はネパール政府および関係機関の協力を得て、プロジェクト関連地域の現地踏査および関係資料の収集等の現地調査を実施し、その後同調査によって得られた調査結果および資料に基づきデータの検討、並びに解析等の国内作業を行った。本報告書は、これらの調査成果を取りまとめたものである。

本報告書がネパール経済の発展に貢献し、さらに日本・ネパール間の友好関係の発展に一層資することが出来れば幸いである。

終りに本調査の任に当たられた団員各位の労を多とすると共に、調査に際し多大の協力をいただいたネパール政府、在ネパール日本国大使館、外務省ならびに通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

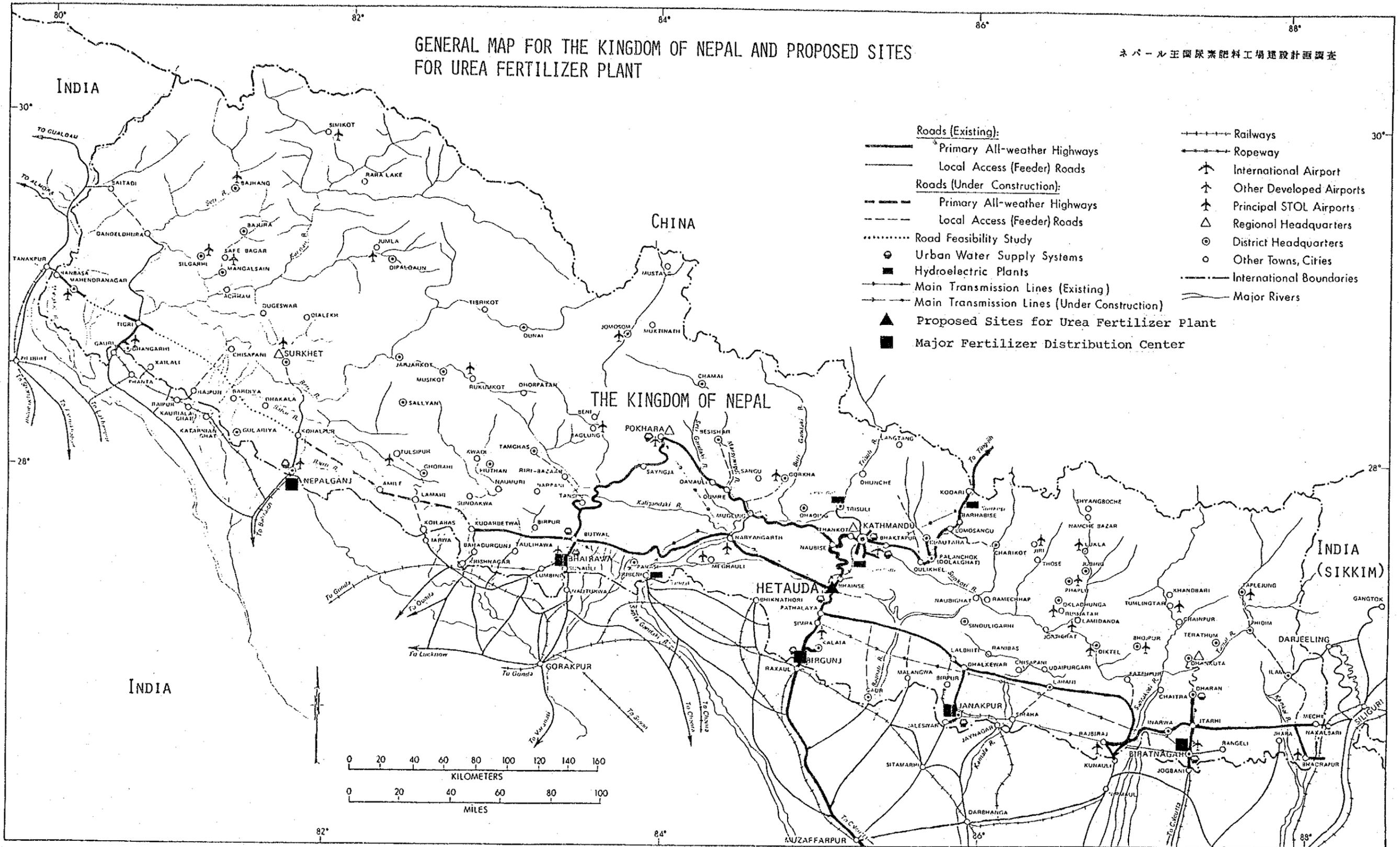
1984年9月

国際協力事業団

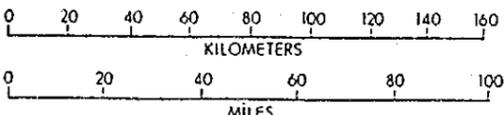
総裁 有田 圭輔

# GENERAL MAP FOR THE KINGDOM OF NEPAL AND PROPOSED SITES FOR UREA FERTILIZER PLANT

ネパール王国尿素肥料工場建設計画調査



- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Roads (Existing):</b>                        | ----- Railways                 |
| —— Primary All-weather Highways                 | —— Ropeway                     |
| —— Local Access (Feeder) Roads                  | ✈ International Airport        |
| <b>Roads (Under Construction):</b>              | ✈ Other Developed Airports     |
| —— Primary All-weather Highways                 | ✈ Principal STOL Airports      |
| —— Local Access (Feeder) Roads                  | △ Regional Headquarters        |
| ..... Road Feasibility Study                    | ⊙ District Headquarters        |
| ⊙ Urban Water Supply Systems                    | ○ Other Towns, Cities          |
| ■ Hydroelectric Plants                          | ----- International Boundaries |
| —— Main Transmission Lines (Existing)           | —— Major Rivers                |
| —— Main Transmission Lines (Under Construction) |                                |
| ▲ Proposed Sites for Urea Fertilizer Plant      |                                |
| ■ Major Fertilizer Distribution Center          |                                |



## ABBREVIATIONS

### General

C & F	Cost & Freight
CIF	Cost, Insurance and Freight
Financial Year	July 16 to July 15 in Nepal
FOB	Free on Board
IRR	Internal Rate of Return
Rs	Nepalese Rupees
ROI	Return on Investment
NPV	Net Present Value
N.A.	Not Available
S/W	Scope of Work
USD	U.S. Dollar
Exchange Rate	USD 1.00 = Rs 15.65 = Yen 230.00
(Effective Jan. 15, 1984)	Rp 1.00 = USD 0.06390 = Yen 14.697
	Indian Rupee 1.0 = Rs 1.450
	(The exchange rate with the US Dollar has been unified since September 19, 1981)

### Organization and Others

ADB	Agriculture Development Bank
AIC	Agricultural Inputs Corporation
APROSC	Agricultural Projects Services Center
AMC	Agricultural Marketing Corporation
CEDA	Center for Economic Development and Administration, Tibhuvan University
CDR	Central Development Region (Bagmati, Janakpur and Narayani, The Kathmandu Valley is a portion of Bagmati)
CIDB	Cottage and Village Industries Development Board
DADO	District Agricultural Development Officer
DCVI	Department of Cottage and Village Industries
DOMG	Department of Mines and Geology
Dooars	Dooars Transport (Private) Ltd.
ED	Electricity Department
EDR	Eastern Development Region (Mechi, Kosi and Sagarmatha)
EEC	Eastern Electricity Corporation
FAO	Food and Agriculture Organization

FWDR	Far Western Development Region (Seti and Mahakali)
The Fifth Plan	The Fifth Development Plan (1975 to 1980)
Godown	Storage House
The Hills	The Mahabharat Hills of Nepal
The Himalayas	The North Mountain Area of Nepal
HMG	His Majesty's Government
HMG/N, HMG/N	His Majesty's Government of Nepal
HCC	Himal Cement Co. (PVT) Ltd.
HCI	Hetauda Cement Industries Ltd.
IAAS	Institute of Agriculture and Animal Science
IPB	Industrial Promotion Board
IR	Indian Railways
ISC	Industrial Services Centre
JDBN	Jute Development Board of Nepal
JICA	Japan International Cooperation Agency
JT/JTA	Junior Technician/Junior Technical Assistant under
MFAI	Ministry of Food, Agriculture and Irrigation
MOF	Ministry of Finance
MOI	Ministry of Industry
MOWR/MWR	Ministry of Water Resources
MWDR	Mid Western Development Region (Rapti, Karnali and Bhari)
NBL	Nepal Bank Limited
NBOS	Nepal Bureau of Standard
NBM	Nepal Bureau of Mines
NEC	Nepal Electricity Corporation
NFC	Nepal Food Corporation
NIDC	Nepal Industrial Development Corporation
NIS	Nepal Institute of Standards
NPC	National Planning Commission
NRB	Nepal Rastra Bank
NTC	Nepal Transport Corporation
Panchayat	Local Organization at Village Level
Sajha, Saja	Cooperative Societies
SHDB	Small Hydel Development Board
The Sixth Plan	The Sixth Development Plan (1981 to 1986)
The Terai	South low lands plain of Nepal
TCN	Transport Corporation of Nepal
UCI	Udayapur Cement Industries Ltd.
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UNDP	United Nations Development Program
WDR	Western Development Region (Dhaulagiri, Gandaki and Lumbini)

## Units

Acre, A	1 Acre = 4,047 m <sup>2</sup>
ata, atg	Atomospheric Pressure Absolute, Gauge
BBL	Barrel
BSCF, BCF	Billion SCF
BSCFD	Billion SCF per Day
BTU	British Thermal Unit, 1.0 BTU = 0.252 Kcal
Bushel	1.0 Bushel = 34.25 Liters
Crore	1.0 Crore = 10.0 Million
DWT	Deadweight Ton
EL	Elevation Level
Ha	Hectare, 1 ha = 10,000m <sup>2</sup> = 2,471 Acres (A)
HHV	High Heating Value
GW	Giga Watt, Billion Watt
Gallon	1.0 US Gallon = 0.003785 m <sup>3</sup>
Katha	1.0 Katha = 0.666 Ropani = 339.158 m <sup>2</sup>
kVA	Kilovolt-ampere
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-Hour = 3.413 BTU
Lakh	1.0 Lakh = 100,000
LHV	Low Heating Value
MW	Mega Watt, Million Watt
MMBTU	Million BTU
MMSCF	Million SCF
MMSCFD	Million SCF per Day
MSCF	Thousand SCF
MSL	Mean Sea Level
Nm <sup>3</sup>	Normal Cubic Meter measured at 0°C and 1.0 atm.
psi	Pound per Square Inch 1.0 psi = 0.07031 kg/cm <sup>2</sup>
Ropani	1.0 Ropani = 508.737 m <sup>2</sup> = 5,476 ft <sup>2</sup>
SCF, CF	Standard Cubic Feet measured at 60°F and 14.7 lb/in <sup>2</sup> 1.0 SCF = 0.0283 Nm <sup>3</sup>
SCFD, CFD	Standard Cubic Feet per Day
STB	Standard Tankage Barrel 1.0 STB = 159 Litre (60°F)
TSCF, TCF	Trillion SCF
TPD	Ton per Day
TPH	Ton per Hour
TPT	Ton per Ton
TPY	Ton per Year
Ton, ton	Metric Ton

## Fertilizer

AN	Ammonium Nitrate Fertilizer
AS	Ammonium Sulfate Fertilizer
BPL	Bone Phosphate of Lime in terms of $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , BPL/ $\text{P}_2\text{O}_5$ = 2.1853
CAN	Calcium Ammonium Nitrate Fertilizer
CN	Calcium Nitrate Fertilizer
CX	Complex Fertilizer
DAP	Diammonium Phosphate Fertilizer
N	Nitrogen nutrient expressed in terms of N
NP/NPK	Compound Fertilizer or Complex Fertilizer
MAP	Monoammonium Phosphate Fertilizer
MOP	Muriate of Potash, Potassium Chloride Fertilizer
SOP	Sulfate of Potash, Potassium Sulfate Fertilizer
Urea	Urea Fertilizer

ネパール王国  
尿素肥料工場計画調査  
報告書

1984年9月

国際協力事業団



## 目 次

ネパール王国および本計画立地地図  
略語および換算表

はしがき

計画調査の要約、結論および提言

第1章 計画の概要	1
第2章 調査結果の要約	7
第3章 結論および提言	29

第I編 序論

第1章 調査の目的および範囲	I-1
1-1 調査の背景および目的	I-1
1-2 調査の範囲	I-1
第2章 調査の実施要領と概要	I-3
2-1 調査方法およびスケジュール	I-3
2-2 調査の概要	I-3
第3章 本計画の経済的意義	I-6
3-1 ネパール王国経済の概況	I-6
3-2 ネパール王国経済における農業の重要性	I-9
3-3 ネパール王国経済に対する本計画の重要性	I-10

第II編 市場調査

第1章 序論	II-1
1-1 市場調査の目的	II-1

1-2	本編の構成	II-1
第2章	ネパールの窒素肥料市場をとりまく背景	II-3
2-1	窒素肥料とその国際市場	II-3
2-2	ネパールにおける農業生産と肥料消費	II-6
2-3	ネパールにおける肥料供給と流通	II-9
第3章	ネパールにおける窒素肥料市場規模の現状と見通し	II-12
3-1	窒素肥料消費の現状	II-12
3-2	窒素肥料需要の見通し	II-13
3-3	地域別窒素肥料消費と見通し	II-18
3-4	肥料タイプ別窒素肥料消費と農業技術的観点から見た最適肥料の検討	II-20
第4章	当プロジェクトにより生産される製品の販売	II-23
4-1	市場性より見た製品の選択	II-23
4-2	市場規模見通し	II-23
4-3	製品倉庫および出荷設備	II-24
4-4	製品の品質・規格	II-26
4-5	販売価格	II-26
第III編 技術的諸問題の検討		
第1章	序論	III-1
第2章	電力の供給事情	III-4
2-1	ネパール王国における電力供給の概況	III-4
2-2	将来の需給展望	III-6
2-3	ネパール王国における負荷特性	III-7
2-4	本計画に対する電力供給上の問題点とその対策	III-9
第3章	炭酸ガスの供給源	III-13
3-1	概論	III-13
3-2	Himal Cementの排ガス利用可能性	III-14
3-3	Hetauda Cementの排ガス利用可能性	III-15
3-4	結論	III-18

第4章 尿素肥料工場の建設予定地	III-19
4-1 概論	III-19
4-2 代替候補地の概況	III-20
4-3 代替候補地の比較検討と工場予定地の選定	III-22
第5章 工場施設の概要	III-25
5-1 概論	III-25
5-2 設計基礎条件	III-26
5-3 工場諸施設の概念設計	III-29
5-4 オフサイト施設	III-37
第6章 尿素肥料工場計画の実施および運営	III-38
6-1 実業実施運営体制	III-38
6-2 工場建設計画	III-38
6-3 工場の運営および配員計画	III-39
6-4 工場建設および運営のための技術援助	III-39
第IV編 資金計画および財務分析	
第1章 序論	IV-1
第2章 総所要資金及び資金計画	IV-2
2-1 総所要資金	IV-2
2-2 資金計画	IV-3
第3章 ネパール王国の電力価格と電力経済コスト	IV-5
3-1 現行価格と過去の推移	IV-5
3-2 電力経済コストと将来の電力価格動向	IV-7
3-3 本計画の電力コスト	IV-8
第4章 運営費用の見積り、並びに財務分析	IV-12
4-1 運営費用見積りおよび財務諸表計算（基準予算）のための前提条件	IV-12
4-2 収益および操業費	IV-18

4-3	財務分析	IV-19
4-4	本計画の収益性	IV-21
第5章 本計画の経済分析		IV-23
5-1	序論	IV-23
5-2	本計画のERRおよびENPV	IV-24
5-3	純付加価値比率および純外貨節約額の評価	IV-26
5-4	間接便益	IV-27
第6章 本計画の総合評価		IV-28
6-1	序論	IV-28
6-2	本計画の経済的フェジビリティ	IV-28
6-3	本計画の財務構造	IV-30
6-4	電力価格引下げに伴う影響	IV-32

## List of Tables

		Page
Table 1	PAST TREND OF FERTILIZER CONSUMPTION IN NEPAL .....	34
Table 2	PAST TREND OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION BY TYPE IN NEPAL .....	35
Table 3	AGRICULTURAL PRODUCTION IN NEPAL .....	36
Table 4	PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZER IN NEPAL .....	37
Table 5	EXPECTED SALES VOLUME OF UREA .....	38
Table 6	PROJECTION OF UREA PRICE .....	39
Table 7	ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE .....	40
Table 8	PROJECTED UREA PRODUCTION COST BY CHANGES IN ELECTRICITY PRICE .....	41
Table 1-1	REGIONAL DISTRIBUTION OF POPURATION .....	I-T-1
Table 1-2	GROSS DOMESTIC PRODUCT: NEW SERIES .....	I-T-2
Table 1-3	BALANCE OF PAYMENTS SUMMARY .....	I-T-3
Table 1-4	NATIONAL ACCOUNTS SUMMARY .....	I-T-4
Table 1-5	COMPOSITION OF TRADE .....	I-T-5
Table 1-6	DIRECTION OF FOREIGN TRADE .....	I-T-6
Table 1-7	PRODUCTION OF PRINCIPAL CROPS .....	I-T-7
Table 1-8	PRODUCTION OF PRINCIPAL INDUSTRIES .....	I-T-8
Table 2-1	CONSUMPTION OF NITROGEN FERTILIZER IN THE WORLD BY REGION .....	I-T-1
Table 2-2	PER HECTARE OF ARABLE LAND CONSUMPTION OF NITROGEN FERTILIZER BY REGION .....	I-T-2
Table 2-3	OUTLOOK OF SUPPLY AND DEMAND OF NITROGEN FERTILIZER IN THE WORLD .....	I-T-3
Table 2-4	WORLD SUPPLY/DEMAND OF NITROGEN FERTILIZER .....	I-T-4
Table 2-5	WORLD NITROGEN FERTILIZER AND AMMONIA TRADE IN 1981 .....	I-T-5
Table 2-6	PAST TREND AND PROJECTION OF UREA PRICE IN THE INTERNATIONAL MARKET .....	I-T-6
Table 2-7	AGRICULTURAL PRODUCTION IN NEPAL .....	I-T-7
Table 2-8	YIELD OF MAJOR CROPS IN NEPAL 1981 .....	I-T-8
Table 2-9	CHANGE IN THE YIELD OF MAJOR CROPS IN NEPAL .....	I-T-9
Table 2-10	PAST TREND OF FERTILIZER CONSUMPTION IN NEPAL ...	I-T-10
Table 2-11	NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION PER HECTARE OF ARABLE LAND AND PERMANENT CROPS IN NEPAL AND S.W. ASIAN COUNTRIES .....	I-T-11
Table 2-12	IMPORT OF FERTILIZER, NEPAL .....	I-T-12

Table 2-13	SEASONAL CHANGE IN THE SHIPMENT AND INVENTORY OF FERTILIZER IN NEPAL .....	II-T-13
Table 2-14	PRICES OF FERTILIZERS AND AGRICULTURAL PRODUCTS .....	II-T-14
Table 2-15	ANNUAL AVERAGE (NATIONAL) PRICE OF CHEMICAL FERTILIZER .....	II-T-15
Table 2-16	PAST TREND OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION BY TYPE IN NEPAL .....	II-T-16
Table 2-17	CONSUMPTION OF NITROGEN FERTILIZER BY REGION IN NEPAL .....	II-T-17
Table 2-18	ESTIMATED CROPWISE CONSUMPTION OF FERTILIZER IN NEPAL .....	II-T-18
Table 2-19	ESTIMATE OF FERTILIZED AREA RATIO BY CROP IN 1976/77 .....	II-T-19
Table 2-20	ANALYSIS OF INCREASE IN THE VALUE OF CROPS BY APPLICATION OF NITROGEN FERTILIZER .....	II-T-20
Table 2-21	DIFFUSION OF IMPROVED VARIETIES IN NEPAL .....	II-T-22
Table 2-22	PROJECTION OF DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZER AT VARIOUS LEVELS IN NEPAL .....	II-T-23
Table 2-23	PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZER IN NEPAL .....	II-T-24
Table 2-24	EXPECTED SALES VOLUME OF UREA .....	II-T-25
Table 2-25	MONTHLY STOCK REQUIREMENT OF UREA .....	II-T-26
Table 2-26	PRICE AND IMPORT COSTS OF UREA IN NEPAL .....	II-T-27
Table 2-27	PROJECTION OF UREA PRICE .....	II-T-28
Table 3-1	EXISTING POWER PLANTS IN NEPAL .....	III-T-1
Table 3-2	RECORD OF POWER ENERGY SUPPLY IN NEPAL .....	III-T-2
Table 3-3	ELECTRIC LOAD FORECAST .....	III-T-3
Table 3-4	COMMITTED POWER SUPPLY .....	III-T-4
Table 3-5	PROJECTED ELECTRIC POWER GENERATING CAPABILITY IN NEPAL .....	III-T-5
Table 3-6	PROJECTED ELECTRIC POWER CONSUMPTION IN NEPAL .....	III-T-7
Table 3-7	PROJECTED ELECTRIC POWER SURPLUS IN NEPAL .....	III-T-9
Table 3-8	AVAILABILITY OF POWER FOR UREA PLANT .....	III-T-11
Table 3-9	COMPARISON OF CARBON DIOXIDE SUPPLIABILITY FROM CEMENT PLANT FLUE GAS TO UREA FERTILIZER PLANT IN NEPAL .....	III-T-12
Table 3-10	COMPARISON OF SITE CONDITIONS FOR UREA FERTILIZER PLANT .....	III-T-13
Table 3-11	DESIGN BASIS FOR UREA FERTILIZER PLANT IN THE KINGDOM OF NEPAL .....	III-T-14
Table 3-12	MAJOR FACILITIES FOR THE PROPOSED UREA FERTILIZER PLANT IN THE KINGDOM OF NEPAL .....	III-T-19

Table 3-13	CONSUMPTION FOR UREA FERTILIZER PRODUCTION . . . .	III-T-20
Table 3-14	INPUTS AND OUTPUTS FOR UREA FERTILIZER PRODUCTION . . . . .	III-T-21
Table 3-15	ORGANIZATION AND PERSONNEL REQUIREMENTS . . . . .	III-T-22
Table 4-1	ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE NEPAL UREA PROJECT . . . . .	IV-T-1
Table 4-2	NEPAL ELECTRICITY CORPORATION REVISED ELECTRICITY RATES . . . . .	IV-T-2
Table 4-3	AVERAGE COST PER KWH . . . . .	IV-T-4
Table 4-4	PROJECTED PRODUCTION AND SALES . . . . .	IV-T-5
Table 4-5	PROJECTED EX-FACTORY UREA SELLING PRICE . . . . .	IV-T-6
Table 4-6	CONSUMPTION OF UTILITIES, CATALYSTS, CHEMICALS, AND SUPPLIES FOR UREA FERTILIZER PRODUCTION . . . . .	IV-T-7
Table 4-7	PERSONNEL COST FOR PROJECT . . . . .	IV-T-8
Table 4-8	BREAKDOWN OF FIXED ASSETS FOR DEPRECIATIONS . . . . .	IV-T-9
Table 4-9	PRODUCTION AND SALES PLAN . . . . .	IV-T-10
Table 4-10	PROJECTED UREA PRODUCTION COST BY CHANGES IN ELECTRICITY PRICE . . . . .	IV-T-11
Table 4-11	PROJECTED UREA PRODUCTION COST . . . . .	IV-T-12
Table 4-12	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: Base Estimate) . . . . .	IV-T-14
Table 4-13	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: 20% lower) . . . . .	IV-T-15
Table 4-14	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: 40% lower) . . . . .	IV-T-16
Table 4-15	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: 60% lower) . . . . .	IV-T-17
Table 4-16	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: 80% lower) . . . . .	IV-T-18
Table 4-17	SUMMARY OF FINANCIAL PROJECTIONS AND ANALYSIS (Electric Power Price: 100% lower) . . . . .	IV-T-19
Table 4-18	ECONOMIC CAPITAL COST . . . . .	IV-T-20
Table 4-19	ECONOMIC COSTS FOR OPERATING COST COMPONENTS . . . . .	IV-T-24
Table 4-20	ECONOMIC RATE OF RETURN . . . . .	IV-T-27
Table 4-21	PERCENTAGE OF NET VALUE ADDED . . . . .	IV-T-30
Table 4-22	PROJECTED NET FOREIGN EXCHANGE SAVINGS . . . . .	IV-T-31
Table 4-23	PRDUCTION COST AND FOREIGN EXCHANGE COST OF UREA . . . . .	IV-T-32
Table 4-24	INDUSTRIAL USES OF UREA . . . . .	IV-T-33

## List of Figures

		Page
Figure 1	FERTILIZER CONSUMPTION TREND IN NEPAL .....	42
Figure 2	PAST TREND AND PROJECTION OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION IN NEPAL .....	43
Figure 3	NEPAL POWER SYSTEM INTEGRATED DEMAND AND GENERATION EXPANSION .....	44
Figure 2-1	PAST TREND OF INTERNATIONAL MARKET PRICE OF UREA .....	II-F-1
Figure 2-2	TYPICAL CULTIVATION PATTERNS IN NEPAL .....	II-F-2
Figure 2-3	FERTILIZER CONSUMPTION TREND IN NEPAL .....	II-F-3
Figure 2-4	DISTRIBUTION CHANNEL OF FERTILIZER IN NEPAL .....	II-F-4
Figure 2-5	DISTRIBUTION OF IMPORTED FERTILIZER IN NEPAL .....	II-F-5
Figure 2-6	SEASONAL CHANGE IN THE SHIPMENT .....	II-F-6
Figure 2-7	ACTUAL CONSUMPTION RATIO ON POTENTIAL DEMAND BY DEVELOPMENT REGION, NITROGEN FERTILIZER, NEPAL .....	II-F-7
Figure 2-8	PAST TREND AND PROJECTION OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION IN NEPAL .....	II-F-8
Figure 2-9	SOIL REACTION MAP OF NEPAL .....	II-F-9
Figure 3-1	HYDRO POWER STATIONS AND MAIN POWER TRANSMISSION LINES IN NEPAL .....	III-F-1
Figure 3-2	NEPAL POWER SYSTEM INTEGRATED DEMAND AND GENERATION EXPANSION .....	III-F-2
Figure 3-3	PROJECTED ELECTRIC POWER GENERATION CAPABILITY AND CONSUMPTION IN NEPAL .....	III-F-3
Figure 3-4	HOURLY ELECTRIC POWER CONSUMPTION PATTERN .....	III-F-8
Figure 3-5	LOCATION MAP OF HIMAL CEMENT CO.(PVT) LTD., CHOBAR, KATHMANDU .....	III-F-10
Figure 3-6	AVAILABLE SITE FOR UREA FERTILIZER PLANT AT HIMAL CEMENT CO.(PVT) LTD., CHOBAR, KATHMANDU .....	III-F-11
Figure 3-7	GENERAL LOCATION MAP FOR PROPOSED UREA FERTILIZER PLANT IN THE KINGDOM OF NEPAL ....	III-F-12
Figure 3-8	SCHEMATIC INLAND TRANSPORT ROUTES FOR EQUIPMENT AND MACHINERY FOR UREA FERTILIZER PROJECT IN NEPAL .....	III-F-13

Figure 3-9	BLOCK FLOW DIAGRAM FOR HYDROGEN PLANT.....	III-F-14
Figure 3-10	BLOCK FLOW DIAGRAM FOR NITROGEN PLANT.....	III-F-15
Figure 3-11	BLOCK FLOW DIAGRAM FOR AMMONIA PLANT.....	III-F-16
Figure 3-11	BLOCK FLOW DIAGRAM FOR CARBON DIOXIDE GAS PLANT.....	III-F-17
Figure 3-12	BLOCK FLOW DIAGRAM FOR UREA PLANT.....	III-F-18
Figure 3-13	UREA FERTILIZER PLANT BLOCK FLOW DIAGRAM.....	III-F-19
Figure 3-14	UREA FERTILIZER PLANT GENERAL PLOT PLAN.....	III-F-20
Figure 3-15	PROJECT IMPLEMENTATION SCHEDULE.....	III-F-21
Figure 4-16	ECONOMIC RATE OF RETURN.....	IV-F-1
Figure 4-2	FINANCIAL RATE OF RETURN.....	IV-F-2

## Contents

	Page
Annex I-1 SCOPE OF WORK FOR THE FEASIBILITY STUDY AND MINUTE OF MEETING AT PRESENTATION OF PROGRESS REPORT .....	AI-1
Annex I-2 LIST OF STUDY TEAM MEMBER AND COUNTERPARTS .....	AI-18
Annex I-3 ACTIVITY OF JICA STUDY TEAM (1) - (2) .....	AI-19
Annex I-4 LIST OF OFFICES VISITED AND PERSONS MET .....	AI-21
Annex I-5 LIST OF DOCUMENTS RECEIVED .....	AI-27
Annex II-1 METHODOLOGY AND PROCEDURE OF DEMAND PROJECTION .....	AII-1
Annex II-2 PAST TREND AND OUTLOOK OF CROP CULTIVATION AREA IN NEPAL .....	AII-8
Annex II-3 ESTIMATED/PROJECTED CONSUMPTION NITROGEN FERTILIZER BY REGION .....	AII-28
Annex II-4 CONSUMPTION OF FERTILIZER IN NEPAL BY TYPE AND BY REGION .....	AII-44
Annex II-5 FERTILIZER RESPONSE IN NEPAL .....	AII-69
Annex III-1 BASIC DATA FOR CARBON DIOXIDE SUPPLIABILITY CONDITIONS AT CEMENT PLANTS IN NEPAL .....	AIII-1
Annex III-2 PRICE INFORMATION IN NEPAL FOR CONSTRUCTION MATERIALS, LABORERS, WORKS, AND INLAND TRANSPORT FROM CALCUTTA .....	AIII-11
Annex III-3 ELECTRIC POWER CONSUMPTION AND OVERALL LOAD FACTOR INCREASE AT THE UREA FERTILIZER PLANT .....	AIII-15
Annex III-4 WATER ELECTROLYSIS PROCESSES .....	AIII-19

	<b>Page</b>
Annex IV-1 PROJECT COST ESTIMATE .....	AIV-1
Annex IV-2 BACK DATA FOR ESTIMATING ESCALATION .....	AIV-5
Annex IV-3 BREAKDOWN OF PRE-OPERATION EXPENSES AND INITIAL WORKING CAPITAL .....	AIV-7
Annex IV-4 COMPARATIVE STUDY OF PRODUCTION ECONOMICS ON ALTERNATIVE CAPACITIES AND ALTERNATIVE PROCESS .....	AIV-11
Annex IV-5 FINANCIAL PROJECTIONS (BASE ESTIMATES) .....	AIV-34
Annex IV-6 SENSITIVITY ANALYSIS OF FINANCIAL STRUCTURE BY CHANGES IN EQUITY/DEBT RATIO AND INTEREST RATES ON LOAN .....	AIV-124
Annex IV-7 ECONOMIC POWER COST .....	AIV-134
Annex IV-8 ECONOMIC RATE OF RETURN .....	AIV-140



# 計画調査の要約，結論および提言

第1章 計画の概要

第2章 計査結果の要約

第3章 結論および提言





(2) 製造能力と原料・用役使用量

項目	数量	供給
一原料・用役		
電力	76.1 MW	Nepal Electricity Corp.
用水	4,800 トン/日	自給 (無償)
大気	19,000 Nm <sup>3</sup> /時	自給 (無償)
セメント工場排ガス	32,450 Nm <sup>3</sup> /時	Hetauda Cement Ind. Ltd. (無償)
石炭	76.8 トン/日	インドより輸入
肥料袋	6,060 袋/日	ネパール国産ジュート袋
一製品		
尿素肥料 (粒状包装品)	275 トン/日	Agricultural Inputs Corp. を 通じて販売

(3) 事業実施運営主体

本計画の実施にあたって、国営企業体が新設されナショナル・プロジェクトとして推進されるものと想定した。なお、同時に外国の経験あるコンサルタントの技術援助を迎ぐことも想定している。

(4) 工場立地

Hetauda の Hetauda Cement Ind., Ltd. のセメント工場隣接地に新たに 500 m×200 m の工場用地を造成し尿素肥料工場を建設する。

(5) 工場建設計画

国際入札により外国の経験あるコントラクターとのランプサム・フルターンキー方式の建設契約による工場建設を想定し、そのスケジュールは次の通りとする。

一工場建設契約締結	1988年1月
一工場完成	1991年1月
一商業生産開始	1991年7月

(6) 組織および従業員

本社機構を Kathmandu に置き、Hetauda の尿素肥料工場に総務、生産、用役、保全、出荷および技術部を有し、役員 7 名を含め全員で 319 名の組織とする。

(7) 製品販売計画

製品は全量 Agricultural Inputs Corp. を通じ国内市場に販売する。その数量および価格は次の通りである。

<u>年次</u>	<u>製品販売数量</u>	<u>製品販売価格</u>
1991/92	51,500 トン/年	486 US ドル/トン
92/93	55,300	520
93/94	59,100	554
94/95	62,300	593
95/96	65,600	632
2000/01	69,700	871

(8) 計画所要資金および資金計画

<u>資金計画 (単位：百万 US ドル)</u>			
	<u>所要資金</u>		<u>資金計画</u>
外貨資金	119.87(82.8%)	資本金	43.44 (30%)
内貨資金	24.92(17.2%)	借入金	101.35 (70%)
合計	144.79(100%)	合計	144.79(100%)

## 1-2 工場施設

本計画の工場諸施設は Hetauda に建設され、電力供給上の制約要因(季節変動および時間帯変動) およびセメント工場の操業変動に伴う諸影響を考慮し、かかる条件下で可及的連続操業が出来るよう設備上の配慮を加えた。

主要設備の概要を以下に記述する。

### (1) プロセス プラント

—水素 プラント	28.4 TPD
—窒素 プラント	132
—アンモニア プラント	160
—炭酸ガス プラント	207
—尿素 プラント	275

### (2) 貯蔵設備

—水素ガス	33,000 Nm <sup>3</sup>
—窒素ガス	2,000
—アンモニア	1,750
—炭酸ガス	20,000
—尿素肥料製品	
包装設備	40 TPH
包製品出荷設備	100
バルク倉庫	2,100 Ton
包装品倉庫	7,000

### (3) 用役設備

—電力受電	86 MW
—用水処理	183 TPH
—純水処理	32

—冷却水	6,500
—蒸気発生	27.5
—計装, 工場空気	1,500 Nm <sup>3</sup>
—非常用発電	0.8 MW

(4) 主要補助設備

—工場管理事務所	800 m <sup>2</sup>
—保全事務所	400
—保全作業所	1,320
—分析測定室	400
—化学薬品および部品倉庫	320
—食堂	800
—守衛所	30
—駐車場	150
—医務室	200
—プラント分析室	30

(5) オフサイト施設

—社宅 (92 戸)	6,010 m <sup>2</sup>
------------	----------------------

なお, 工場用地は Hetauda Cement Ind., Ltd. の西側隣接地に 500 m×200 m の用地を  
 予定している。

### 1-3 財務分析および経済評価

#### (1) 財務分析

本計画の財務諸表計算を行ない、財務的内部収益率を求めた結果を次に示す。

電力料金	財務的内部収益率, %			
	当年価格基準		固定価格基準	
	税引前	税引後	税引前	税引後
現行価格の80%	3.70	3.06	マイナス	マイナス
現行価格の60%	8.17	6.16	2.23	0.37
現行価格の40%	11.78	9.38	5.59	3.36
現行価格の20%	14.87	12.24	8.48	6.02
電力価格零評価	17.61	14.84	11.03	8.44

なお、電力料金は現行電力価格 US セント 3.56/kWh—1984 年を年率 6.0 % でエスカレーションさせてきたものを使用している。

#### (2) 経済評価

本計画の経済評価は次の指標により示される。

経済的内部収益率 (ERR) :	8.2%
経済的純現在価値 (ENPV) :	US ドル 1.08 百万 (割引率 8 % の 1984 年固定価格)
外貨節約額 :	US ドル 37.38 百万/年 (15 年間の平均)
純付加価値率 :	年間生産コストの 54.0% (15 年間の平均)
雇用創出 (直接および間接) :	400 名

なお、電力の経済コストは Sapta Gandaki 水力発電計画の長期限界電力コスト (確定エネルギー : US セント 6.82/kWh—1984 および二次エネルギー : US セント 1.17/kWh—1984) と本計画の電力需要構造より求めた US セント 1.182/kWh—1984 を使用した。また、外貨節約額および純付加価値率 (生産コストに占める内貨コスト比率) の計算は電力価格が現行料金の 40% 相当で供給されると仮定して計算した。この仮定による生産コストは、初期 3 年間を除き輸入価格を下回ることになり、また外貨コストは常に輸入価格を下回ることになる。

## 第2章 調査結果の要約

### 2-1 農業概況と肥料市場

#### (1) 肥料消費の概況

ネパール王国における現在（1982/83年）の肥料消費量は、窒素 22,900 N トン、燐酸 7,200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> トン、加里 900 K<sub>2</sub>O トンである。同国が化学肥料を初めて導入した 1965 年以来、今日までの肥料消費推移を概観すると、窒素肥料は比較的順調に増加して来た。（1966/67年から、1982/83年までの平均増加率は 17%である。）

一方燐酸肥料の増加テンポは遅く、加里肥料に至っては逆に減少をきたしている。窒素：燐酸：加里の消費比率は、1：0.3：0.04 で、窒素肥料の消費比率が燐酸、加里に比べ圧倒的に高い。しかし、窒素肥料について農地面積 1 ha 当りの消費量を見ると、7.4 kg/ha で、これは世界的にも低いレベルにあり、また他の南西アジア諸国と比較してもかなり低い。

（表 1 および図 1 参照）

過去における窒素肥料消費の推移の中で、1973年から1975年にかけて石油ショックによる輸入肥料価格の高騰から消費が停滞したが、その後今日まで平均年率 13%の伸びを示している。

肥料種類別の消費推移を見ると、1960年代後半までは硫酸が窒素肥料の約 70%近くを占めていたが、次第に尿素の比率が高まり、1970年後半には尿素の比率は 60%を上回り、1980/82年では 65%を越えるに至っている。これに対し硫酸は約 5%に低下し、複合肥料が約 25%を占めている。しかし複合肥料については、農家は希望する他の窒素肥料が手に入らないため、やむを得ず使っている場合が多く見られる。（表 2 参照）

## (2) 農業の実態と施肥状況

ネパールの農業は、地勢、輸送、流通面での地域特性に鑑み、次の3地域に大別される。

- (イ) インド国境に沿って広がる平野部の Terai 地域
- (ロ) Kathmandu を中心に展開している Kathmandu Valley 地域並びに Hill 地域の中で幹線道路沿いの地域
- (ハ) 交通の不便な Hill および High Hill 地域

同国の主要農産物は米、とうもろこし、小麦、ひえ等の穀類とジュート、油脂作物、タバコ、馬鈴薯である。米は生産量において全穀類の64%を占め、Terai および Kathmandu Valley が主産地である。水稲は低地における雨期作として栽培され、台地では雨期作として陸稲、とうもろこし、ひえが栽培されている。冬期作としては、小麦、大麦、ソバ、豆類が栽培されている。ジュートは東部 Terai 地区を中心に栽培され、米とならんで重要な輸出作物である。タバコは中部及び東部 Terai 地区で栽培され、砂糖きびは中部 Terai 地区で栽培されている。いずれも国内市場向けである。馬鈴薯は各地で栽培されているが米、とうもろこしなどの不足を補充する自家消費用である。(表3参照)

肥料総消費量の約50%が小麦向け、35%が水稲向け、残り15%がその他の作物向けと推定される。小麦の大部分が多肥を要する改良品種であるため、水稲に比べて多量の施肥が行われている。水稲の場合、一部の地域では灌漑田があるが、大部分は天水依存である。灌漑田の収量は比較的安定しているため、肥料の施用が積極的に行われているが、天水田は収量も不安定なため、肥料等増産のための生産経費投入に対する農家の意欲は低い。小麦や水稲以外の穀類栽培はほとんど無施肥に近い。換金作物としての砂糖きび、タバコは、経営規模が比較的大きい農家が栽培し、一般に施肥が行われている。

地域による窒素肥料の消費分布を見ると、農業が比較的進んだ Kathmandu Valley および Terai 地域で約80%消費され、High Hill 及び Hill 地域での消費量は約20%にすぎない。中部 Terai 地域及び Kathmandu Valley 地域は多消費地域で、それぞれ全消費量の32%および30%を占めている。

### (3) 窒素肥料需要に影響を与える諸要因の将来展望

窒素肥料需要の動向に影響を与える各種要因のうち影響度が大きいと考えられる要因は次の通りである。

- (イ) 肥料使用の経済性
- (ロ) 灌排水設備の整備状況
- (ハ) 多肥多収性改良品種の開発および普及状況
- (ニ) 農家の肥料購買力あるいは肥料購入資金の金融制度
- (ホ) 適期における肥料供給可能性
- (ヘ) 肥料効果に対する農家の知識

これ等諸要因の将来展望が窒素肥料の将来需要予測を行う基礎となる。現状での作物別施肥面積率（各作物ごとの作付面積に対する施肥面積の割合）を分析すると、水稲12%、小麦59%、とうもろこし3%と推定され、砂糖きび、タバコ、ジュートの場合は全面積に施肥が行われている。この施肥面積を改良品種作付面積に対する割合で見ると、水稲及び小麦の場合は70~85%に対し、とうもろこしの場合16%である。水稲の場合は改良品種と在来種では施肥の経済性に大幅な差異がある。水稲に対する施肥の増加は改良品種の普及にかかっていると見ることが出来る。小麦やとうもろこしの改良品種栽培農家は、現行の施肥基準レベルまでは施肥を行う可能性が強い。これまでの改良品種普及率は水稲の場合18%、とうもろこしの場合15%、小麦の場合85%であった。水稲およびとうもろこしの場合、改良品種の普及を制約する諸要因があり急速な伸びは期待出来ない。

灌漑面積の伸びも肥料消費を促進する重要な要因の一つであるが、現在のところ灌漑面積の占める比率は総面積（約2.3百万ha）の10%程度である。今後徐々に拡大すると予想され、施肥面積も拡がると見てよい。一部の農家を除き農家の購買力は弱い。それだけに金融制度の整備が重要であるが、現行制度は充分とは言い難く、また今後大幅に改善されることは期待できない。従って、この面での制約は今後とも続くと思えるを得ない。ネパールでは肥料が適期に供給されないことがあり、これが辺地における肥料消費にとって障害となってきた。今後の道路整備によって徐々に改善されると思われるが、加えて肥料の国内生産が始まれば計画配送が可能となり、消費を促進する可能性がある。肥料の普及活動は今のところ充分でない。徐々に改善が行われると思われるが、急速な進展は期待できない。

#### (4) 窒素肥料需要見通しと尿素販売見込み量

上記のような展望の上になつて、ネパールにおける窒素肥料の将来需要を予測すると、次の通りである。(表4および図2参照)

歴年	需要 (N トン; 1,000)
1982	20.9
1985	22.5
1990	27.3
1995	32.3
2000	33.4

前述のとおり、現在消費されている窒素肥料の中で尿素がその大部分を占めているが、農業技術的見地からも尿素が最も適した窒素肥料であると判断される。現在複合肥料が或る程度使われているが、これは必ずしも農家側の需要を反映したものではなく、尿素への転換は可能と見られる。このような要素を繰り込んで予測した尿素肥料の販売見込み量は次の通りである。(表5参照)

歴年	尿素需要 (TPY)
1990	44,500
1995	63,200
2000	69,000

#### (5) 製品の販売および流通

ネパール王国政府は肥料の輸入、流通を政府の監督下におき政府公社のAIC (Agricultural Inputs Corporation) に独占的に行わせている。

末端流通では一部に、民間小売業者が取扱っているが、政府は出来るだけ協同組合 (Sajha) に取扱わせるよう指導している。

この方針は今後とも続くものと予想され、したがって、将来もこの方式が踏襲されると考えられる。AICは各地に倉庫を持っており、この倉庫を活用して各地に計画配送を行うことが可能である。

(6) 尿素肥料の販売価格

ネパール王国における肥料の価格は同国政府により設定される。政府は全国一率の価格体系を設定しており、実際の輸入および流通コストより設定価格が低い場合、また特に輸送費が高くつく Hill 及び High Hill 地域に供給される場合、肥料の輸入流通機関である AIC に対し補助金を交付している。尿素工場が建設された場合も当該工場と AIC 間の取引価格は政府が決定することになると予想される。従って、現在の国内価格を基準にして将来価格を予測することは適切でない。評価の基準としては輸入肥料価格に見合う価格での販売を想定するのが妥当であろう。このような前提にたつて予測した尿素肥料の工場出荷価格は次の通りである。(表 6 参照)

尿素価格予測(US\$/トン, 包装品)

歴 年	1984 年固定価格	当年価格
1983	260 (推定)	245
1985	286	303
1990	319	453
1991	322	484
1995	332	630
2000	342	869

## 2-2 技術的諸問題の検討

### (1) 計画の概要

本調査において各要因を検討の結果、提案するネパール王国尿素肥料工場計画の概要は次の通りである。

- (イ) 生産品目：尿素肥料（粒状包装品）
- (ロ) 生産能力：日産 275 トン
- (ハ) 原料及び製造工程：
  - 水電解により発生する水素と空気分離による窒素の合成によるアンモニアの製造
  - セメント工場排ガスからの炭酸ガス回収
  - 上記アンモニアと炭酸ガスを中間原料とする尿素の製造
- (ニ) 生産開始時期：1991 年中期（ただし Sapta Gandaki 水力発電計画—225 MW—第 1 期工事が 1991 年初期までに完成することを条件とする）
- (ホ) 工場立地：Hetauda

上記提案は以下に述べる論拠に基づくものである。

#### A. 生産品目の選定

将来ネパールで最も多く消費される窒素肥料は尿素であることが市場調査の結果判明した。尿素以外の窒素肥料の需要が一部想定されるが、工場規模の経済性の点で複数の窒素肥料を並産することは現実的ではない。ネパール王国における最初の肥料工場である本計画の製品として単一製品を選定する場合、尿素肥料を選定するのが妥当である。

#### B. 原料および製造工程

尿素製造の一般的な方式は炭化水素を原料とし、アンモニアプラントでアンモニアおよび炭酸ガスの両中間原料を並産し、尿素プラントにおいてこの両中間原料より尿素を合成する方式である。しかるにネパール王国には商業規模の尿素肥料生産に供し得る石炭、天然ガス、石油、その他国産炭化水素資源がない、唯一の可能性は、水力

資源電力による水電解水素を経由するアンモニア製造と、これとは別個にセメント工場排ガスから炭酸ガスの回収を行い、この両中間原料より尿素を合成する方式である。Hetauda Cement Industries, Ltd のセメント工場排ガスより炭酸ガスを回収することは技術的に可能である。

### C. 尿素肥料工場の規模

尿素肥料工場規模決定の要素として次の事項が検討されなければならない。

- 一 工場完成時期
- 一 尿素肥料市場規模
- 一 原料の供給性

経済性を向上させるためには市場および原料（本計画の場合電力および炭酸ガス）条件許容範囲内で最大の工場規模を選択することが望ましい。特にネパール王国の電力供給は、季節的および時間帯別の需給変動に伴う制約があり、これに対応する尿素工場の設備および操業パターンへの配慮が重要である。これらの諸点を検討の上、日産 275 トンの生産能力が最適との結論が得られた。

### D. 商業生産開始時期の設定

一般に尿素肥料工場の計画準備および建設には最低限度 5 年の年月を要するため、早くとも 1989 年以降の時期を工場完成の目標とすることが妥当である。1989 年以降の尿素肥料市場の見通しおよび電力供給性ととも最適工場規模選定をふまえ、1991 年工場完成を目標とするのが最適であるとの結論に達した。

### (2) 電力の供給事情と本計画への供給可能性

ネパール王国の電力供給は、そのほとんどが公共事業による。同国の電力開発は水資源省の責任管轄で、同省の電力局が発電所および送配電線の開発計画並びに建設の任に当り、国营電力会社のネパール電力公社 (NEC) が事業運営に従事している。1983 年現在、公共事業により運営されている発電設備の総容量は 144 MW、そのうち 84 % が水力発電、16 % がディーゼル発電である。これら公共発電所のほか民間企業が有する発電設備が約 12 MW ある。このほかネパール王国、インドの二国間協定によりインド国境地域では電力を一部輸入する一方、一部の地区では輸出している。1981/82 年時において電力輸入は 57、

輸出が5, 差引き52 GWhの電力をインドから輸入している, これは総供給量の約19%に当る。ネパール王国の電力系統は中部地区を中心に整備され, KathmanduからHetaudaを經由してインド国境のBirganjに延びる送電線を中心に同地区内の回線網が連結している。このほか中部地区と西部地区を連結する132 KV系統があるほか中部地区と東部地区を連結する132 KV送電線工事が現在進行中である。

1970/71年から1981/82年に至る11年間にネパールの電力供給は年平均15%の伸びを示し, 1981/82年の電力供給量は270 GWhに達した。しかし, 過去には電力開発が需要に追いつかず供給不足の状態が続いた。Kulekhani No.1発電所の完成によって, 現在電力供給にはまだ多少の余裕がみられるが, 2~3年後には再度供給不足になる可能性がある。今日までの電力需要パターンをみると, その大半が家庭用電力で総需要の約50%近くを占め, 工業用電力は約30%程度にとどまる。ネパール王国における工業化の現状と将来の展望をみるに, 将来ともこのパターンに大幅な変化はないものと予想される。

ネパール王国政府電力局が発表した将来の電力需要予測によれば, 次のような需要増を見込んでいる。

歴年	年間需要		ピーク需要		
	需要量(GWh)	年平均伸び率(%)	需要量(MW)	年平均伸び率(%)	平均負荷率
1982/83	284.9	—	67.8	—	0.48
1992/93	1,299.4	16.4	293.1	15.8	0.51
2001/02	3,345.5	11.1	723.3	10.6	0.53

(注) 尿素肥料工場の電力需要は含んでいない。

電力局は, 現在Kulekhani No.2水力発電所(32 MW)とAndhikhola水力発電所(5 MW)の建設を進めており, また, Marsyangdi水力発電所(66 MW)の建設に近く着手することが確定している。これら3発電所の完成により, 1988/89年にはネパール王国の発電設備総容量は255 MWに達し, 年間1,181.50 GWhの電力供給が可能になる予定である。これらの建設計画に続き, Sapt Gandaki水力発電所(225 MW)の建設が計画されている。この計画の実現時期は未確定であるが, 電力局は完成目標を第1期1991/92年, 第2期1992/93年, 第3期1993/94年に置いている。これ等の計画をおり込んだ将来の需給見通しではMarsyangdi発電所が完成する1988/89年以降電力事情は一時緩和するが, Sapt Gandaki発電所の建設がおくれると1990/91年以降逼迫することが予想され, Sapt Gandaki計画の実現は, 尿素肥料工場実現の如何にかかわらず将来における電力供

給事情に大きく影響する。(図3参照)

目標通り Sapta Gandaki 計画が完成すれば 1995/96 年までは需要増に見合う電力供給が確保されるが、この計画に続き、次々と発電計画が適確に進められない限り供給不足の状態が慢性的に続くことになる。ネパール王国は、将来の電力需要増に見合う水力発電開発の潜在性に富むが、その実現に手間どる可能性も多分にある。大量の電力を消費する尿素肥料工場を存立せしめるためには、長期に亘る電力の安定保証が前提になるだけに、ネパール王国政府として将来の長期電力供給について確定的な見通しの上になつて尿素肥料工場計画の推進を決定されるよう勧告する。

既存の水力発電所の大部分が流れ込み式 (run-of-river) であるため、乾期と雨期での電力供給には大幅な格差があり、一方需要側では乾期に消費量が増加するため、電力事情は毎年乾期に逼迫する。今後建設される水力発電所も、そのほとんどが流れ込み式であるため、この状況が将来大幅に改善される可能性は少ない。このような状況から将来設備容量が増加した場合でも、乾期には供給が逼迫するが、一方雨期には大量の余剰エネルギーが発生すると見込まれる。また加えて1日の負荷も時間帯によって大幅に変化する。ピーク時とオフピーク時の負荷には極端な差異があり、1日の最大負荷に対する平均負荷の比率は50~60%である。この現象は家庭用需要が大きな割合を占める需要パターンに起因し、この現象は将来とも続くと思われる。

本調査において検討される尿素肥料工場の電力消費量は工場の規模によって異なるが、次の通りである。

尿素日産規模	1時間当りの 電力消費量 (MWh)	1日(24時間)当 りの電力消費量 (MWh)	1月(30日)当 りの電力消費量 (GWh)
100トン/日	27.68	664.2	19.93
200トン/日	55.35	1,328.4	39.85
300トン/日	83.03	1,992.6	59.78

(注) 尿素生産量1トン当りの電力消費量は6,642 kWh。

尿素肥料工場は原則として昼夜連続操業を前提とし、安定操業を維持するためには十分な電力が年間を通じ安定供給されることが必要である。前記のような季節的な供給余力の変動並びに日負荷変動要素を入れると、仮りに日産100トン規模の工場を建設するとして

も Marsyangdi 計画の完成後と言えども尿素肥料工場に供給出来る余剰電力はなく、Sapta Gandaki 計画の第 1 期完成後を見込んで本計画の推進を考える必要がある。同計画が完成すれば、その後 7 年間は乾期の 2～3 カ月を除き大量の余剰エネルギーが発生するため、日産 300 トンまでの規模の工場であれば 9～10 カ月間は上記余剰エネルギーを活用して操業できる見通しである。しかし、1997/98 年頃から電力供給が再度逼迫して来る事が予想され、それだけに Sapta Gandaki 計画の推進とともに、それに続く計画の適期実現が予め保証される必要がある。電力供給が逼迫する乾期の 2～3 カ月は、その時期に合わせて尿素肥料工場は定期修理を行うとともに、その前後の期間は操業を全面停止するなど操業条件上の配慮を加えるとともに、場合によりロード・ダウンによる運転が可能なような設備設計を行い、上記のような電力供給条件下でも最大限安定操業を保ち得るよう計画する。かかる配慮によって、ピーク時の電力需要に影響を与えず、余剰時の電力を最大限に活用するよう計画する必要がある。供給が逼迫する乾期にディーゼル発電所を稼動し、その電力を尿素工場に優先供給すれば、電力供給が不足する場合は若干は救済出来るが、尿素工場のフル操業を確保するにはほど遠い。

### (3) 炭酸ガスの供給源と供給可能性

尿素肥料製造用には高純度炭酸ガスの長期安定供給が必須である。尿素製造における炭酸ガス原単位は尿素 1 トン当り 0.75 トンであるので、日産 275 トン能力の尿素肥料工場用としては 1 日 207 トンの炭酸ガス供給源を確保する必要がある。ネパール国内では工業用に利用可能な炭酸ガスの供給源としては、セメント工場の排ガス中に含まれる低濃度炭酸ガスに限定されるため、この排ガスから熱炭酸カリ溶液あるいは有機アミン溶液による吸収法により回収して利用する。

セメント工場としては次の 2 つの工場が対象になる。

#### (イ) Himal Cement Co., (PVT) Ltd. (HCC)

生産能力：日産 160 トン (クリンカー)

生産実績：日産 124.4 トン (クリンカー)

日産 132 トン (セメント包装製品)

製造方式：Black Meal Shaft Kiln 法

所在地：Kathmandu 郊外, Chobar

現 状：稼動中 (稼動実績 7 年)

(ロ) Hetauda Cement Industries, Ltd. (HCI)

生産能力：日産 750 トン (クリンカー)

製造方式：Suspension Pre-Heater Dry Rotary Kiln 法

所在地：Hetauda

現 状：建設中 (1984 年未完成予定)

HCC 工場の排ガスは、現状では日産 275 トン規模の尿素肥料工場向け供給源として質・量ともに不十分と判断される。HCC は増設計画を持っており、1986 年完成を目標にしている。この増設が完成すれば排ガス供給量は 2.5 倍になり日産 355 トン規模の尿素肥料工場を賄うことが出来るが、質的改善の余地は少ない。HCI の工場は未稼動で原料および燃料の仕様も未定のため排ガス条件は確定出来ないが、供給量は日産 738 トン規模の尿素肥料工場を賄うことが出来ると想定出来る。従って量的には十分な供給源となる。同工場で採用されるセメント製造方式から判断するに、排ガスの質も HCC より優れていると推察される。従って、排ガスの供給源としては HCI の工場の方が好ましく、その利用を提案する。

(4) 尿素肥料工場の建設予定地

前述のとおり炭酸ガス供給源をセメント工場排ガスに求める関係上尿素肥料工場の建設予定地は自らセメント工場隣接地に限定される。従って、HCC および HCI 両セメント工場周辺地の立地条件を比較検討したが、排ガス供給面は言うに及ばず、その他の諸条件からも HCI 工場隣接地の方が好ましいとの結論を得た。従って、尿素肥料工場の建設地は Hetauda の HCI 工場隣接地を提案する。その主な理由は HCC 工場隣接地との比較において下記の通りである。

- (イ) 工場予定地から送電幹線までの距離が近い上に、電力供給外乱要因が少ないこと。
- (ロ) 良質の工業用水が十分に得られること。
- (ハ) 充分なる面積の工場用地が確保でき、地質条件も良好であること。
- (ニ) 機器および資材の搬入が安易な上に、輸送距離も短縮され経済的であること。
- (ホ) 製品尿素の物流面でも有利な条件を備えていること。
- (ヘ) インフラストラクチャーの整備状況もほぼ良好であること。

(5) 工場諸施設の概要

本計画の工場諸施設は、電力供給上の制約要因（季節変動及び日負担変動）並びにセメント工場の操業変動に伴う諸影響を考慮し、かかる条件下で可及的連続操業が維持できるよう配慮すると共に、日間操業率が最低 50 % を維持出来るよう設備上の配慮を加えた。

主要設備の概要を以下に記述する。

(イ) プロセス プラント；

i) 水素 プラント	28.4 TPD
ii) 窒素 プラント	132
iii) アンモニア プラント	160
iv) 炭酸ガス プラント	207
v) 尿素プラント	275

(ロ) 貯蔵設備；

i) 水素ガス	33,000 Nm <sup>3</sup>
ii) 窒素ガス	2,000
iii) アンモニア	1,750
iv) 炭酸ガス	20,000
v) 尿素肥料製品	
包装設備	40 TPH
包装品出荷設備	100
バルク倉庫	2,100 Ton
包装品倉庫	7,000

(ハ) 用役設備；

i) 電力受電	86 MW
ii) 用水処理	183 TPH
iii) 純水処理	32
iv) 冷却水	6,500
v) 蒸気発生	27.5
vi) 計装, 工場空気	1,500 Nm <sup>3</sup>
vii) 非常用発電	0.8 MW

(二) 主要補助設備；

i) 工場管理事務所	800 m <sup>2</sup>
ii) 保全事務所	400
iii) 保全作業所	1,320
iv) 分析測定室	400
v) 化学薬品および部品倉庫	320
vi) 食堂	800
vii) 守衛所	30
viii) 駐車場	150
ix) 医務室	200
x) プラント分析室	30

(三) オフサイト施設；

i) 社宅 (92 戸)	6,010 m <sup>2</sup>
--------------	----------------------

なお、工場用地は Hetauda Cement Ind., Ltd. の西側隣接地に 500 m×200 m の用地確保を予定している。

(6) 尿素肥料工場計画の実施および運営

ネパール王国尿素肥料工場計画の事業実施主体は現在確立されていないし、政府の基本方針も策定されていない。しかしながら、本計画の推進について方針が決定された場合は、その基本的性格より判断して、ネパール王国政府主導による国営事業体が設立され、業務の遂行が行われることが想定される。

この場合、新規事業体はネパール国内の各方面の実務経験者よりなるプロジェクトチームを結成しその任にあたらせるとともに外国の経験あるコンサルタントを雇用し、双方の協力によりプロジェクト・マネージメント遂行の基礎を作る必要があると判断される。工場建設計画の実施は、本計画の特殊性から、外国の経験あるコントラクターの競争入札によるターンキィ・ランプサム契約により実現することが最も安全でかつ現実的施策であると判断されるが、ランプサム契約に伴う問題の発生を回避するような対応措置についても検討を加えた。

なお、工場建設スケジュールは1988年1月の工場建設契約締結、工場完成を1991年1月、また商業運転は1991年7月に行われることを想定している。

また、尿素肥料工場の運営組織としては、役員7名を含め319名の職員を想定する。Kathmanduに本社を置き、Hetaudaの工場組織としては総務部、生産部、用役部、保全部、製品貯蔵出荷部および技術管理部を設ける。製品の尿素肥料は工場渡してAICに販売されることを想定している。

#### (7) 工場建設および運営のための技術援助

尿素肥料工場の計画立案、建設および商業運転の各段階に亘り、事業体は各種の業務を遂行することになるが、外国の経験あるコンサルタントの協力を得て効率よく実施することが望ましく、その費用を本計画の予算に計上しておくことが重要である。次に各段階の主要業務を説明する。

##### (イ) 工場建設契約発注前の必要業務

- i) 工場予定地の詳細調査および最終決定
- ii) HClのHetauda工場操業開始後の排ガス供給条件の詳細調査
- iii) 設計基準の詳細検討
- iv) コントラクターの入札仕様書作成
- v) コントラクター候補の予備審査
- vi) 工場建設実施計画策定（スケジュール、実行予算、配員計画）
- vii) コントラクターの審査選定、契約締結

##### (ロ) コントラクター決定後の必要業務

- i) 基本設計および詳細設計の重要点のチェックおよび設計指示
- ii) スケジュール、予算管理および業務報告
- iii) 要員採用、訓練、教育の実施

##### (ハ) 試運転以降、初期商業運転段階の必要業務

- i) 試運転実施
- ii) 運転、保全運営システムの確立
- iii) 職務分掌、責任体制確立
- iv) 管理システムの確立

商業運転開始後、約2年間に亘る外国の経験あるコンサルタントの運転および安全管理に関する技術援助が必要であると判断される。その費用とともに要員の訓練経費を予め予算化しておく必要がある。

## 2-3 財務分析および経済評価

### (1) 総所要資金および資金計画

本計画完成までの総所要資金額は予備費，操業準備費，初期運転資金，建設中金利を含め下記のとおり見込まれる。(表7参照)

<u>資金</u>	<u>総所要資金 (単位；百万 US ドル)</u>
外貨資金	119.87
内貨資金	24.92
総所要額	144.79

上記資金額は次の条件に基づき算定した。

#### (イ) プロジェクト・スケジュール

- プロジェクト着手： 1986年 初期
- プロジェクト完成： 1991年 中期  
(商業生産開始)

#### (ロ) ベース・プロジェクト・コスト

- 1984年価格により積算

#### (ハ) 予備費

- フィジカル・コンティンジェンシー

ベース・プロジェクト・コストの5%を見込む。

- プライス・コンティンジェンシー

ベース・プロジェクト・コストに対するエスカレーション (外貨部分一年率3.5%，内貨部分一年率6%) 分を見込む。

#### (ニ) 建設中金利

自己資金/借入れ比率を30:70とし、借入れ金については融資源加未確定のため暫定的に下記条件を仮定して積算する。

一外貨借入れ金

金利： 年率 5 %

据置き期間：建設期間中

返済期間： 商業生産開始後 15 年

一現地貨借入れ金（短期資金の借入れに限定）

金利： 年率 15 %

返済： 借入れ後 1 年以内

上記の総所要資金額並びに前提諸条件に基づき策定した本計画の資金計画は下記の通りである。

資金計画（単位：百万 US ドル）

資 金	外貨資金	内貨資金	計
資 本 金	18.52	24.92	43.44
借 入 れ 金	101.35	—	101.35
総所要資金	119.87	24.92	144.79

(2) 電力価格と電力経済コスト

ネパール王国の電力需給状況は乾期と雨期では大幅に異なり、また一日の負荷状況も時間帯によって大幅に変動するが、工業電力料金は使用月もしくは使用時間帯に関係なく、需要規模ごとの年間一率料金となっている。現行料金単価に基づき尿素肥料工場で使用する電力単価を計算すると、0.57ルピー/kWh (3.56 US セント/kWh) となる。

NECの電力料金は政府が決定するが、ネパール王国政府は1981/82年まで電力料金を低くおさえる政策をとってきた。当時の電力料金は長期限界費用(LRMC)の30%程度におさえられ、これは投資リターン6%を見込んだ実際の電力供給コストの50%以下の水準で、NECの財務状態を圧迫する大きな要素となっていた。

世界銀行はMarsyandi計画の融資審査に際し、当時の電力料金を130%引上げるよう勧告し、政府はこの勧告をふまえて1983年に平均約58%引上げた。これまでに開発された水力発電所はすべて小規模で流れ込み方式のものであるため、発電コストは割高である。しかし、1990年代以後における完成が計画されているSapta Gandaki計画を始めとする

水力発電計画は 200 MW 以上の中規模計画となるため、将来の発電限界コストは低下する傾向にある。調査団の試算によれば 1990 年代以降の電力経済コスト（長期限界コスト—LRMC）は、割引率 6% としての 1984 年固定価格基準で確定エネルギーは 6.82、二次エネルギーは 1.17、加重平均コスト 3.87 US セント/kWh である。

これと現行工業用電力価格（3.56 US セント/kWh）と比較すると、現行料金水準は確定エネルギーの場合 LRMC の 50% 程度のレベルであるが、二次エネルギーについては特別料金制度がないため LRMC の約 3 倍位となっている。本計画のように二次エネルギーの利用を前提にした工場に対しては、その限界コストに基づき特別料率が設定される必要がある。

長期的な電力料金政策についてネパール王国政府としての確定した方針は出されていないが、本計画のフィージビリティに対する電力価格の影響並びに本計画が電力部門に及ぼす影響を見極めた上で、必要に応じ特例として本計画向けの特別料金を設定する方針である。

このような状況から、本計画の財務分析の基礎前提として現行価格（3.56 US セント/kWh）を基準にし、年率 6% のエスカレーションによる毎年の上昇を見込む。しかし、本計画向けの特別料金が設定される可能性もあり、ネパール王国政府の判断材料に資するため上記価格水準の変動に伴う感度分析を行い、本計画が財務上存立しうるための電力価格水準を提言する。また、経済分析は前述の LRMC 価格を前提とする。

本計画は既述のとおり、ピーク時には水素装置を停止するとともに、アンモニアプラント及び尿素プラントの運転をロード・ダウンし、また電力供給が逼迫する乾期（約 2.5 カ月）は定期修理を含め工場の操業を全面的に停止する計画である。従って、当該尿素肥料工場で消費する電力のエネルギーはほとんど全てが余剰二次エネルギーである。この前提に基づき、尿素肥料工場に供給される電力の経済コストは 1984 年固定価格として 1.182 US セント/kWh と評価され、このコストを経済分析の基礎とする。

### (3) 操業費用の見積りおよび財務分析

現行電力料金を基準に、毎年 6% のエスカレーションを見込んだ電力価格に基づき、尿素 1 トン当りの生産費（金利、償却費を含む）を積算すると、当年価格基準で次のようになる。（表 8 参照）

年次	電力単価 (US¢ /kWh)	(A)尿素1トン当りの電力費 (US\$/t)	(B)尿素1トン当りの総生産費 (US\$/t)	A/B (%)
1991/92	5.35	355.3	836.0	42.5
1995/96	6.76	443.0	854.3	51.9
2000/01	9.04	600.4	980.5	63.3
2005/06	12.10	803.7	1,025.6	78.4

この生産費水準は将来における尿素の輸入価格を揺かに上回っており、本計画で生産される尿素のコスト水準を輸入品の価格水準まで下げるには、電力消費量が最も少ない電解技術の採用と電力単価の引下げが鍵となる。本調査では実績のある諸種の電解技術を広く検討した結果、最も効率的な電解技術の採用を前提として生産費の算定を行っており、残された可能性はネパール王国政府として電力単価引下げの決定である。

上記の生産費を基礎として15年間(経済ライフ期間)に亘る財務諸表計算を行い、財務分析を行った結果をまとめると次の通りである。

#### A. 経常収支

市場調査において予測された販売見込み数量及び販売単価を基礎にして本計画の収入を計算すると、予想収入は初年度の1991/92年において25.0百万ドルから5年目の1995/96年には40.8百万ドルに増加し、10年目の2000/01年には60.7百万ドル、15年目の2005/06年には80.6百万USドルに達する見込みである。しかし、前述のとおり生産費が高いため、現行電力料金を基準にする限り、プロジェクト・ライフ全期間を通じ毎年赤字になると予想される。

もし、現行料金を60%引下げれば経常収支はかなり改善され、4年目から黒字に転じ、累積赤字も7年後には解消される。更に80%の引下げが行われれば、3年目から黒字に転じ累積赤字も3年間で解消される見通しである。

#### B. 資金繰り予想

赤字が続けば資金繰りも当然苦しくなるので、長期に亘る赤字経営は好ましくない。本計画の如く、大型投資プロジェクトの場合商業生産開始後2～3年の赤字はやむを

得ないが、それ以上の赤字が続くような計画は資金繰り上健全性を欠く。この観点からも電力単価が現行価格の40%以下に引下げられれば安定して来る。

### C. 債務弁済能力

債務弁済能力を示すデット・サービス比率からみて、電力単価が現行価格の40%以下に引下げられれば満足すべき財務状態が予想される。

#### (4) 本計画の収益性

前記財務諸表計画結果から本計画の財務的内部収益率の分析を行うと、下記の通りである。

電力料金	当年価格基準による 内部収益率(%)		固定価格基準による 内部収益率(%)	
	税引前	税引後	税引前	税引後
現行価格の80%	3.70	3.06	マイナス	マイナス
現行価格の60%	8.17	6.16	2.23	0.37
現行価格の40%	11.78	9.38	5.59	3.36
現行価格の20%	14.87	12.24	8.48	6.02
(電力価格零)	17.61	14.84	11.03	8.44

財務的にみた本計画の収益性は非常に低く、本計画を民間投資並びに商業金融による資金調達を前提とする限り、投資促進を正当化できるだけの財務収益性は期待できない。従って、ネパール王国政府として本計画を実施するためには、国家プロジェクトとして公共投資と低利資金の調達により推進する必要がある。その場合、同国政府として本計画についての投資を決定するためには財務的な収益性によるよりも、本計画のもつ経済的投資効果を基準に判断される必要がある。

この観点から次章で本計画の経済効果を分析するが、その結果国家経済的立場から本計画の実施が決定されたとしても、本計画が財務的に存立し得る最低限の条件（すなわち、財務流動性を保ち、債務弁済に耐えうる健全な財務構造を維持する）を満たす必要があり、そのためには、

- (イ) 政府として電力価格を現行価格水準の40%以下に設定する。
- (ロ) 自己資金比率を20%以上にすること（出来れば30%以上が好ましい）。
- (ハ) 借入れ金についてはソフト・タームのローンを調達することが必須である。

(5) 本計画の経済分析および社会評価

A. 本計画の経済リターン

本計画の国家的意義は、同国の農業開発にとって必要な尿素肥料の国産化によって当該肥料の輸入代替を計り、よって国家経済開発の一助として貢献することにある。この観点から、本計画で生産された財（すなわち尿素肥料）の経済価値として評価された本計画のもたらす便益と、本計画に必要な資本、電力、その他諸要素の機会費用、もしくは経済費用によって評価された本計画の費用から、本計画の経済リターンを経済的内部収益率（ERR）および経済的純現在価値（ENPV）という二つの指標により測定すると次のようになる。

—ERR	: 8.2%
—ENPV	: 1.08 百万 US ドル (1984 年固定価格) (割引率: 8%)

この計算の前提となる電力の経済コストは、1.182 US セント/KWh (1984 年固定価格) を用いている。このコストは既述のとおり 1990 年代以降の長期限界費用 (LRMC) として評価された経済コストを基礎に、かつ、本計画が余剰の二次エネルギーの活用を前提にしていることを考慮に入れて算定したもので、上記の経済リターンは本計画で消費する電力資源について、その費用を妥当に評価したものと見える。このリターンは通常の基準から見れば充分とは言えないが、ネパール王国における資本の機会費用は 8% と評価されており、この基準によって評価すれば、本計画はそこで消費される資源費用を控除して、なお資本の機会費用を若干ながら上回る経済リターンが期待できることから、投資の妥当性を満たしうる最低限の条件は満たしていると評価される。

B. 外貨節約効果

本計画の外貨節約効果を次の二つの指標によって分析する。

—純付加価値率：ネパール王国工業企業法に定める算定方式。すなわち総生産費中に占める純国内費用の比率。

一純外貨節約額：本計画が実施されなかった場合尿素を輸入に依存するとして、  
そのために発生すると見込まれる外貨流出額から本計画の実施  
に伴う外貨流出額を差引いた残額

電力価格を現行価格水準の40%に下げた場合を例にとって算定すると、純付加価値比率は15年間の平均として年間総生産費の54%となり、当年価格規準による純外貨節約額は15年間で560.75百万ドル（年平均37.38百万ドル）となる。本計画に供給される電力価格が現行価格の40%として算定すると本計画の生産費は初期3年間を除き輸入価格を下回る。また、外貨費用は常に輸入価格を下回ることになる。これらの数値より本計画は外貨節約面においても多大の貢献をもたらすことが期待できる。

### C. その他の経済効果

ネパール王国では従来尿素肥料を輸入に依存してきたため、ややもすれば必要量を必要な時期に手当て出来ず、尿素肥料の供給が不足がちであった。このため農業生産にも支障をきたしてきた面がある。本計画が実施されれば、必要とされる尿素肥料を充分供給できる体制が確立され、同国の農業開発にとって多大の貢献をもたらすことは明白である。これに加え本計画の実施によって、工場運転のため約300名の直接雇傭と約100名の間接雇傭を創出するとともに、建設段階では約1,000名の就業機会を創出することが期待できる。このほか関連産業、並びに地域開発への波及効果も期待でき、これらの間接便益を考慮に入れた経済リターンは更に大きくなり、本計画は経済的にはフィージブルと見ることができる。

## 第3章 結論および提言

### 3-1 結 論

#### (1) 尿素肥料の市場性

農民の慣習並びに農業への適性からみて、尿素肥料はネパール王国において将来最も需要の多い窒素肥料製品で、その需要規模は1991/92年に約51.0千トンに達した後、更に増加をたどり2000/01年には約70千トンまで伸びる見通しである。従って、1991/92年以降日産250ないし300トン規模の尿素工場の生産を行い得るだけの市場規模に達する見込みである。肥料の販売・流通は国営のAgricultural Inputs Corporation (AIC) が独占的に行っており、将来ともその体制は変わらない。尿素工場が建設された場合、そこで生産された尿素肥料は全量AICが引取ることになる。AICは全国的な流通組織をもち、また各地に倉庫その他流通に必要な施設を持っており、本計画で生産される尿素肥料の販売および流通を担当できる能力を備えているものと見てよい。

#### (2) 本計画の技術的フィージビリティ

尿素肥料を製造するための中間原料となるアンモニアおよび炭酸ガスの製法を先ず決定することが重要である。アンモニアの製法はその原料となる水素源によって異なる。ネパール王国において利用出来る国内資源は水と電気であるため、水電解による水素の発生と、この水素と空気分離によって得た窒素を合成してアンモニアを製造する方式を採用することになる。一方、炭酸ガス源としては、セメント工場排ガス中の炭酸ガスを回収するのが同国において最も経済的である。水電解による水素発生技術は商業的に確立して居り、セメント工場排ガスからの炭酸ガス回収の商業的実績はないが、その技術はほぼ実証された段階にあるので、この方式を採用することは技術的に問題はない。空気分離による窒素発生技術、アンモニア合成技術、および尿素製造技術についても同様である。しかし、このような方式により尿素肥料工場を建設し長期安定操業を維持するためには、電力およびセメント工場排ガスの長期安定供給が保証されることが前提となる。

## A. 電力供給性

現在建設中の Kulekhani No. 2 水力発電所 (32 MW) と Andhikhola 水力発電所 (5 MW) につづき Marsyangdi 水力発電所 (66 MW) の建設に近く着手することが確定しており、Marsyangdi 発電所の完成によって 1988/89 年以後 1～2 年は電力供給に若干余剰が出るが、それ以後供給は逼迫すると予想される。

上記の発電所建設に続き Sapta Gandaki 水力発電所 (225 MW) の建設が計画されている。この計画は 3 段階に分かれ、第 1 期の完成目標は 1991/92 年に置かれている。この計画が完成すると、乾期において電力需給が最もタイトになる 2～3 ヶ月と毎日のピーク時間帯 (朝夕 4～5 時間) を除き大量の余剰エネルギーが発生するため、この余剰電力を尿素肥料工場向けに供給出来ることになると予想される。従って、Sapta Gandaki 計画の建設が確定し、その第 1 期工事が目標どおり 1991/92 年に完成し、2 期、3 期工事の建設が予定どおり進めば、日産 300 トン規模までの尿素肥料工場を年間平均稼働率約 83 % (年間のフル操業日数を 330 日として) で稼働出来るだけの電力供給が 1991/92 年以後 5 年間は確保できる見込みである。それ以後の電力供給については、Sapta Gandaki 計画に続く発電計画が固っていない現段階において、その確実な見通しを把むことはできない。ネパール王国は水力発電開発の潜在性に豊み、政府としても将来における開発のための基礎調査を進めており、マスター・プランに沿って水力発電計画の開発が進められれば、これ等の計画は設備容量が 200 MW 以上の規模になるので、本質的にはピーク時の負荷能力を特に増加しなくても、オフピーク時ならびに豊水期の余剰エネルギーを尿素肥料工場向けの電力に利用できる。

しかし、Sapta Gandaki 水力発電所建設計画とそれに続く水力発電開発計画の適期実施について確約がない限り、尿素肥料工場への電力の長期安定供給は保証されない。本調査では Sapta Gandaki 第 1 期工事が目標どおり 1991/92 年までに完成するものとして尿素肥料工場の計画を策定したが、ネパール王国政府としては、本計画の実施決定に先だち、上記のような水力発電開発計画の実施時期を充分見極める必要があるとともに、その完成時期に合わせて本計画の完成目標時期を設定する必要がある。

## B. セメント工場排水ガスの供給性

既存のセメント工場は Kathmandu の郊外 Chobar にある Himat Cement Co.,

(PVT) Ltd. (HCC) の工場 (日産能力: クリンカー 160 トン) のみであるが、このほか Hetauda Cement Industries, Ltd. (HCI) が日産能力 750 トン (クリンカー) のセメント工場を Hetauda に建設中で、1984 年末までに完成の予定である。両工場の排ガス組成を比較検討の結果、HCI の工場は近代的製造方式を採用するため、排ガスの組成も炭酸ガス回収に適しており、また供給量も充分であると判断される。従って、HCI 工場の排ガスを利用する限り、炭酸ガス供給上の問題はない。

Hetauda にある HCI セメント工場の排ガスを利用する関係上、尿素肥料工場の建設予定地は当該セメント工場の隣接地となるが、この地域は尿素肥料工場の用地に適した土地が充分あり、また全ての立地条件において HCC 隣接地より優れている。

本調査の結論として、次の 2 点を提案する。

- (イ) 日産 275 トン規模の尿素肥料工場を Hetauda の HCI セメント工場隣接地に建設すること。
- (ロ) 当該工場の完成目標は Sapta Gandaki 水力発電所第 1 期工事の完成目標に合せ 1991/92 年とすること。

ただし、前述のとおり将来の電力供給について保証が得られることが前提となり、ネパール王国政府として本計画決定に先立ち、この問題についての見極めを慎重に行なうよう勧告する。もし、電力供給について見通しがつけば、本計画は技術的に存立し得る条件を満たしていると判断される。

### (3) 本計画の財務的存立性ならびに経済効果

年率 6% の価格上昇を見込んだ場合、現行電力価格 (3.56 US セント/kWh) が適用される限り、本計画は製品の生産コストが輸入価格より遙かに割高となるため、財務的な存立性がない。しかし、本計画向け特別料金として現行価格の 40% 以下の水準までに引下げが可能であれば、一応健全な財務構造が維持できる見通しである。その場合も財務上の収益性は低いと見られ、民間投資並びに商業金融による資金調達を前提とした本計画の促進は無理である。本計画の経済リターンを算出すると 8.2% であり、通常の基準から見れば充分とはいえないが、ネパール王国における資本の機会費用 (年 8%) を若干年上回る経済リターンが期待されることから、非常にマージナルなりターンではあるが、投資の経済的妥当性は認め得る、最低の範囲にあると評価出来る。この外に、外貨節約面においてもかなり

効果が期待され、加えて尿素肥料の安定供給による農業開発への貢献、雇用増大効果、その他同国の経済発展に及ぼす効果が期待される。したがって、本計画はネパール王国政府の公共部門事業として、国家的見地より国家投資と低利資金の調達を前提して推進された場合には、非常に微妙ではあるが、経済的にはその存立性を正当化し得る、最低限の要件は満たしていると評価できる。

ただし、その場合も本計画を財務的に存立せしめるためには、前述のとおり本計画向けの特別電力料金の設定が必須である。

なお、本計画は将来利用される見込みの少ない二次エネルギーを有効に活用し、ピーク時の負荷の増加を避ける計画であるため、電力供給側への費用負担がかからないばかりか、むしろ平均負荷の向上による発電コストの低減に貢献するため、電力価格の引下げが行われたとしても、NECの財務負担にならず、むしろ収益増になると考えられる。

#### (4) 総合評価

上記の諸条件を踏まえ、

(イ) Sapta Gandaki 水力発電開発計画の実現見通しおよびその後の水力発電開発計画の適期実現について、ネパール王国政府として見極めがつき、

かつ、

(ロ) 現行価格の40%以下の特別価格で、本計画向け電力が供給される配慮

が可能であれば、本計画は経済的見地からマージナルながら、投資の妥当性を認め得ると評価できる。

### 3-2 提言

- (1) ネパール王国尿素肥料工場計画を成立させる鍵は、将来における電力の長期安定供給保証である。ネパール王国政府として本計画の決定に先だち Sapta Gandaki 水力発電所建設計画ならびにそれ以後の水力発電開発計画の実施につき、慎重な見極めが行われるよう提言する。
- (2) 本計画を財務的に存立せしめるためには、本計画向け電力料金の引下げが必須である。ネパール王国政府として、現行価格の 40% 以下の水準に引下げた、本計画向け特別料金の設定が可能かどうかについて検討され、本計画向け電力の特別料金設定とともに電力の安定供給施策がとられるよう提言する。
- (3) 炭酸ガス供給源となる Hetauda の HCl セメント工場は、まだ建設中であるため、今のところ排ガス組成の実績値がない。本計画の基礎設計を固めるため、同工場が生産を開始した時点で排ガスの分析を行ない、組成の最終確認を行う必要がある。
- (4) 本計画に関し、ネパール王国政府の推進方針の承認が得られた場合は、直ちに事業実施運営体制を確立し、国内の実務経験者を統合しプロジェクトチームを結成するとともに外国の経験あるコンサルタントの協力を求め一元的責任体制の下に、事業展開を計ることを提言する。この組織は、尿素肥料工場への炭酸ガス供給源となる HCl の運営について、統合的に管理する権限を与え、セメント工場および尿素肥料工場の双方の最適運営が計られるようにすることが重要である。

Table 1 PAST TREND OF FERTILIZER CONSUMPTION  
IN NEPAL

(Unit: Nutrient ton)

Year	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Total
1965/66	342	90	12	444
1966/67	1,070	276	104	1,450
1967/68	1,839	728	167	2,734
1968/69	2,382	659	159	3,200
1969/70	3,380	1,049	156	4,585
1970/71	4,111	1,081	214	5,406
1971/72	5,554	1,952	462	7,968
1972/73	7,698	3,150	1,052	11,900
1973/74	9,003	3,167	918	13,088
1974/75	8,923	2,849	886	12,658
1975/76	8,423	2,491	1,352	12,266
1976/77	10,696	2,780	1,422	14,898
1977/78	13,013	3,383	1,079	17,475
1978/79	14,115	3,692	1,456	19,263
1979/80	14,480	4,277	1,178	19,935
1980/81	16,984	4,993	587	22,564
1981/82	17,976	5,003	771	23,750
1982/83	22,896	7,167	912	30,975

Source: AIC

Table 2 PAST TREND OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION  
BY TYPE IN NEPAL

(Unit: N ton)

	1965-69 Average	1970-74 Average	1975-79 Average	1980-82 Average
Urea	93 ( 5.1)	2,140 ( 30.3)	7,556 ( 61.1)	12,751 ( 66.1)
Ammonium sulphate	1,215 ( 67.4)	2,920 ( 41.4)	1,577 ( 12.7)	900 ( 4.7)
Di Ammonium Phosphate	- ( -)	- ( -)	- ( -)	106 ( 0.6)
CX (20-20-0)	457 ( 25.4)	1,959 ( 27.7)	2,295 ( 18.8)	5,119 ( 26.6)
CX (23-23-0)	12 ( 0.7)	30 ( 0.4)	166 ( 1.3)	276 ( 1.4)
CX (15-15-15)	0 ( 0.0)	12 ( 0.2)	754 ( 6.1)	124 ( 0.6)
CX (5-6-7)	- ( -)	- ( -)	2 ( 0.0)	2 ( 0.0)
Other N	26 ( 1.4)	4 ( 0.0)	0 ( 0.0)	2 ( 0.0)
Total N	1,803 (100.0)	7,065 (100.0)	12,350 (100.0)	19,280 (100.0)

Note: Figures in the parentheses mean the percent of total N.

Source: AIC

Table 3 AGRICULTURAL PRODUCTION IN NEPAL

	(Unit: ton)									
	1971/72					1982/83				
	High Hill	Hill	Terai	Kathmandu Valley	High Hill	Hill	Terai	Kathmandu Valley		
Paddy	43,933	344,876	1,851,385	103,632	44,330	390,680	1,297,430	100,180		
Maize	76,586	402,678	225,328	54,134	56,730	358,920	227,280	75,310		
Wheat	29,621	58,638	99,502	35,433	16,980	145,050	444,460	50,140		
Millet	17,654	87,669	17,291	6,886	16,110	87,100	17,840	3,820		
Sugarcane	1,042	27,712	212,493	3,573	650	41,180	574,740	-		
Jute	-	2,287	55,752	20	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.		
Oilseed	671	11,766	44,008	1,000	520	13,210	55,750	400		
Tobacco	80	367	6,458	-	-	160	6,480	-		
Potato	52,658	127,465	89,383	23,862	77,830	190,620	104,520	28,210		

Note: N.A. = Not available

Source: Dept. of Food & Agricultural Marketing Series, Nepal

Table 4 PROJECTED DEMAND FOR NITROGEN FERTILIZER IN NEPAL

Region	(Unit: ton)				
	1982 (Actual)	1985	1990	1995	2000
Eastern Dev. Region	1,372	1,721	2,404	2,476	2,511
High Hill	55	54	67	81	95
Hill	354	285	447	466	474
Terai	963	1,382	1,890	1,929	1,942
Central Dev. Region	15,702	16,825	19,751	23,805	15,383
High Hill	864	925	957	963	967
Hill	1,987	2,162	2,446	2,706	2,716
Kathmandu Valley	6,234	6,743	7,591	9,597	8,971
Terai	6,617	6,995	8,757	10,539	11,700
Western Dev. Region	2,787	3,051	3,974	4,661	4,941
High Hill	16	30	24	18	17
Hill	888	890	1,113	1,339	1,548
Terai	1,883	2,131	2,837	3,304	3,376
Mid-Western Dev. Region	777	597	870	887	1,064
High Hill	5	10	10	10	9
Hill	115	93	189	193	195
Terai	657	494	671	684	860
Far-Western Dev. Region	286	295	321	498	513
High Hill	15	9	9	18	17
Hill	18	45	47	47	48
Terai	253	241	265	433	448
Total	20,924	22,489	27,320	32,327	33,383
High Hill	955	1,028	1,067	1,090	1,105
Hill	3,362	3,475	4,242	4,751	4,981
Kathmandu Valley	6,234	6,743	7,591	9,597	8,971
Terai	10,373	11,243	14,420	16,889	18,326

Table 5 EXPECTED SALES VOLUME OF UREA

(Unit: ton)

	Total Demand for Nitrogen Fertilizer N ton	As Urea	Expected Ureas' Share of Total Nitrogen Demand	Maximum Expected Sales Volume of Urea*
1985	22,500	48,900	72.5%	35,500
1990	27,300	59,300	75.0%	44,500
1995	32,300	70,200	90.0%	63,200
2000	33,400	72,600	95.0%	69,000

Note: \*/ Yearly change in the "maximum expected sales volume of urea" is as follows.

1990	44,500
1991	48,800
1992	52,600
1993	56,400
1994	60,100
1995	63,200
1996	64,700
1997	65,900
1998	67,100
1999	68,100
2000	69,000

Table 6 PROJECTION OF UREA PRICE

	(Unit: US\$/ton - Constant Prices at 1984)				
	1983 (Estimated)	1985	1990	1995	2000
CIF Calcutta (Bagged), (A)	192	225	255	269	279
Cost up to retailers, (B)	93	93	93	93	93
Total import costs, (A+B) (ex-retailers)	285	313	348	362	372
Transportation cost from the project site to the market, (C)	9	9	9	9	9
Retailer mark-up, (D)	16	18	20	21	21
Ex-factory price, (A+B) - (C+D)	260	286	319	332	342

Note: 1/ Based on the projected price in Table 2-6.

(CIF Calcutta, bagged price) = (FOB US Gulf, bulk price) + (Freight from US Gulf)  
+ (Bag/Bagging costs)

Freight rate from US Gulf = US\$35/ton  
Bag/Bagging costs = US\$20/ton

Table 7 ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE  
NEPAL UREA PROJECT (275 TPD)

(Unit: US\$MIL.)

	BASE PROJECT COST		PHYSICAL CONTINGENCY		PRICE CONTINGENCY		TOTAL PROJECT COST (AS COMPLETED)	
	FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL	FOREIGN	LOCAL
A. LAND ACQUISITION	0.0	0.59	0.0	0.03	0.0	0.10	0.0	0.72
B. SITE PREPARATION	1.35	0.15	0.07	0.01	0.18	0.04	1.60	0.20
C. PLANT DIRECT COST								
C-1 PROCESS UNITS	38.41	1.81	1.92	0.09	7.86	0.67	48.19	2.57
C-2 UTILITY FACILITIES	10.17	0.53	0.51	0.03	2.04	0.19	12.72	0.75
C-3 AUXILIARY FACILITIES	1.94	0.82	0.10	0.04	0.38	0.29	2.42	1.15
C-4 OFFSITE FACILITIES	1.70	2.31	0.09	0.12	0.32	0.79	2.11	3.22
D. SPAREPARTS, CAPL. & CHEM.	2.33	0.0	0.12	0.0	0.59	0.0	3.04	0.0
E. CONST. & ERECTION LABOR	9.87	3.44	0.49	0.17	2.23	1.42	12.59	5.03
F. CONST. EQUIPMENT	7.82	0.0	0.39	0.0	1.38	0.0	9.59	0.0
G. TRANSPORT, INSURANCE & DUTY	2.00	2.59	0.10	0.13	0.40	0.94	2.50	3.66
H. INDIRECT FIELD EXPENCES	0.33	0.49	0.02	0.02	0.07	0.20	0.42	0.71
I. ENGINEERING SERVICES	9.31	0.85	0.47	0.04	1.80	0.30	11.58	1.19
J. PROJECT MANAGEMENT SERVICES	2.45	0.37	0.12	0.02	0.48	0.13	3.05	0.52
K. PRE-OPERATION EXPENSES	0.29	1.90	0.01	0.10	0.06	0.92	0.38	2.92
L. BASE PROJECT COST	67.97	15.85	4.41	0.80	17.81	5.99	110.19	22.64
M. INITIAL WORKING CAPITAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	2.28
N. INTEREST DURING CONSTRUCTION	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.28	0.0
O. TOTAL FINANCING REQUIRED	87.97	15.85	4.41	0.80	17.81	5.99	119.67	24.92
								144.79

Table 8 PROJECTED UREA PRODUCTION COST BY CHANGES IN ELECTRICITY PRICE  
(Capacity 275 TPD; Bagged Urea)

(Unit: US\$/ton)

Year	Base Estimate		20% Reduction		40% Reduction		60% Reduction		80% Reduction		100% Reduction	
	Current Price	1984 Const. Price	Current Price	1984 Const. Price								
1991/92	836.0	556.0	764.9	508.7	693.9	461.5	622.8	414.2	551.7	366.9	480.7	319.7
1992/93	848.2	532.2	772.8	484.9	697.5	437.6	622.2	390.4	546.8	343.1	471.5	295.8
1993/94	839.7	497.0	759.8	449.7	680.0	402.5	600.0	355.1	520.3	308.0	440.4	260.7
1994/95	842.1	470.2	757.4	422.9	672.8	375.7	580.1	328.4	503.5	281.2	418.8	233.9
1995/96	854.3	450.0	764.6	402.8	674.8	355.5	585.1	308.2	495.4	261.0	405.7	213.7
1996/97	871.8	433.3	776.7	386.0	681.6	338.7	586.5	291.5	491.4	244.2	396.3	196.9
1997/98	894.9	419.6	794.1	372.3	693.2	325.0	592.4	277.7	491.6	230.5	390.8	183.2
1998/99	920.4	407.1	813.5	359.8	706.6	312.5	599.8	265.3	492.9	218.0	386.1	170.8
1999/2000	948.9	395.9	835.6	348.7	722.3	301.4	609.0	254.1	495.8	206.9	382.5	159.6
2000/01	980.5	386.0	860.4	338.7	740.3	291.4	620.3	244.2	500.2	196.9	380.2	149.7
2001/02	838.9	311.5	711.7	264.3	584.4	217.0	457.1	169.6	329.8	122.5	202.6	75.2
2002/03	881.0	308.7	746.1	261.4	611.2	214.1	476.2	166.8	341.3	119.6	206.4	72.3
2003/04	925.9	306.0	782.9	258.0	639.8	211.5	496.8	164.2	353.8	116.9	210.8	69.7
2004/05	974.0	303.7	822.4	256.4	670.8	209.2	519.2	161.9	367.6	114.6	216.1	67.4
2005/06	1,025.6	301.7	864.9	254.4	704.2	207.1	543.5	159.9	382.8	112.6	222.2	65.4
Average												
(1991/92 - 2005/06)	898.8	405.3	788.5	358.0	678.2	310.7	567.9	263.4	457.7	216.2	347.4	168.9

Notes: 1/ Excluding interest for short-term loan which will be borrowed for recovering cash deficit incurred due to financial losses  
2/ Using deflator of 6% p.a. for calculating the production cost in 1984 constant prices

Figure 1 FERTILIZER CONSUMPTION TREND IN NEPAL

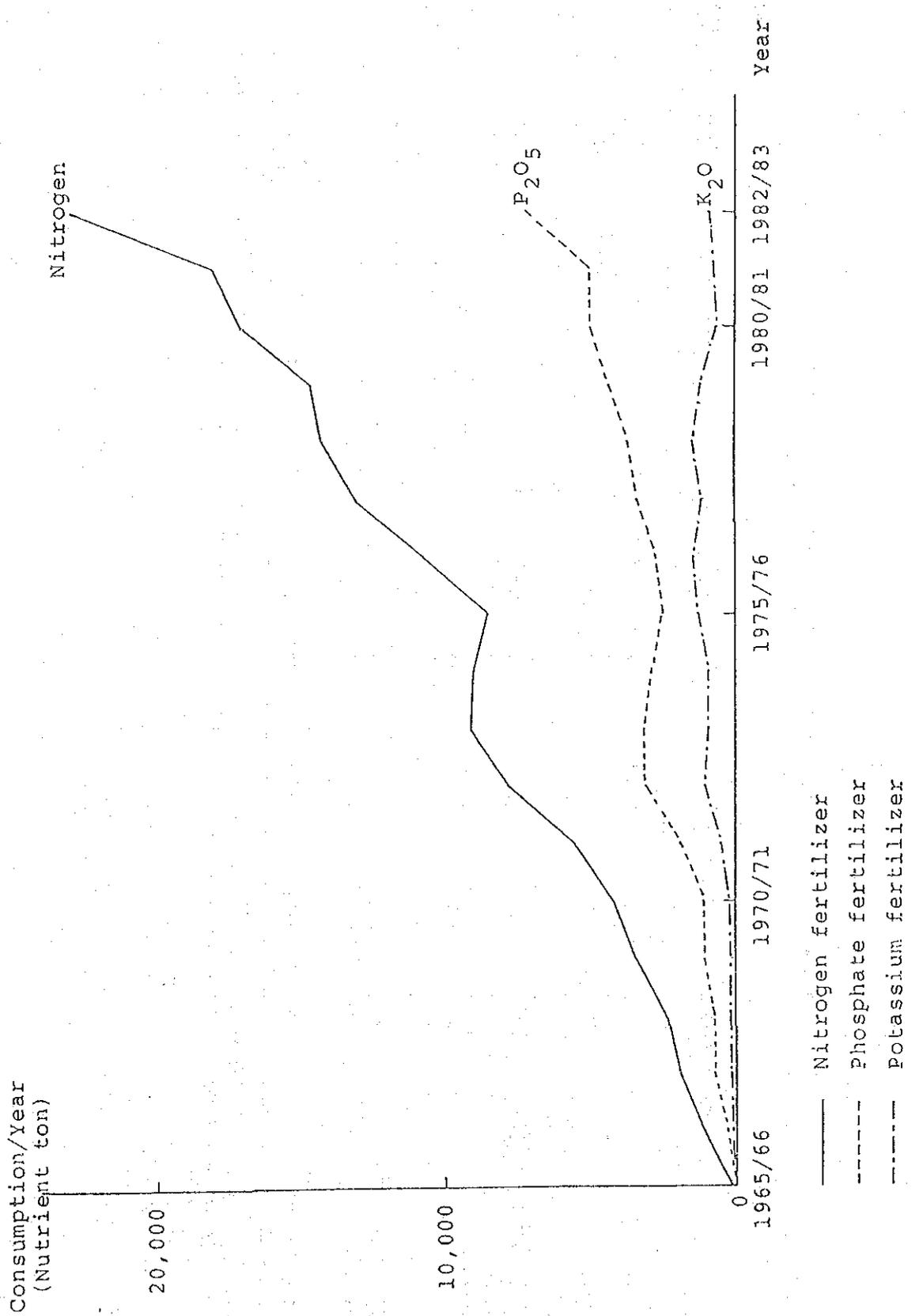


Figure 2 PAST TREND AND PROJECTION OF NITROGEN FERTILIZER CONSUMPTION IN NEPAL

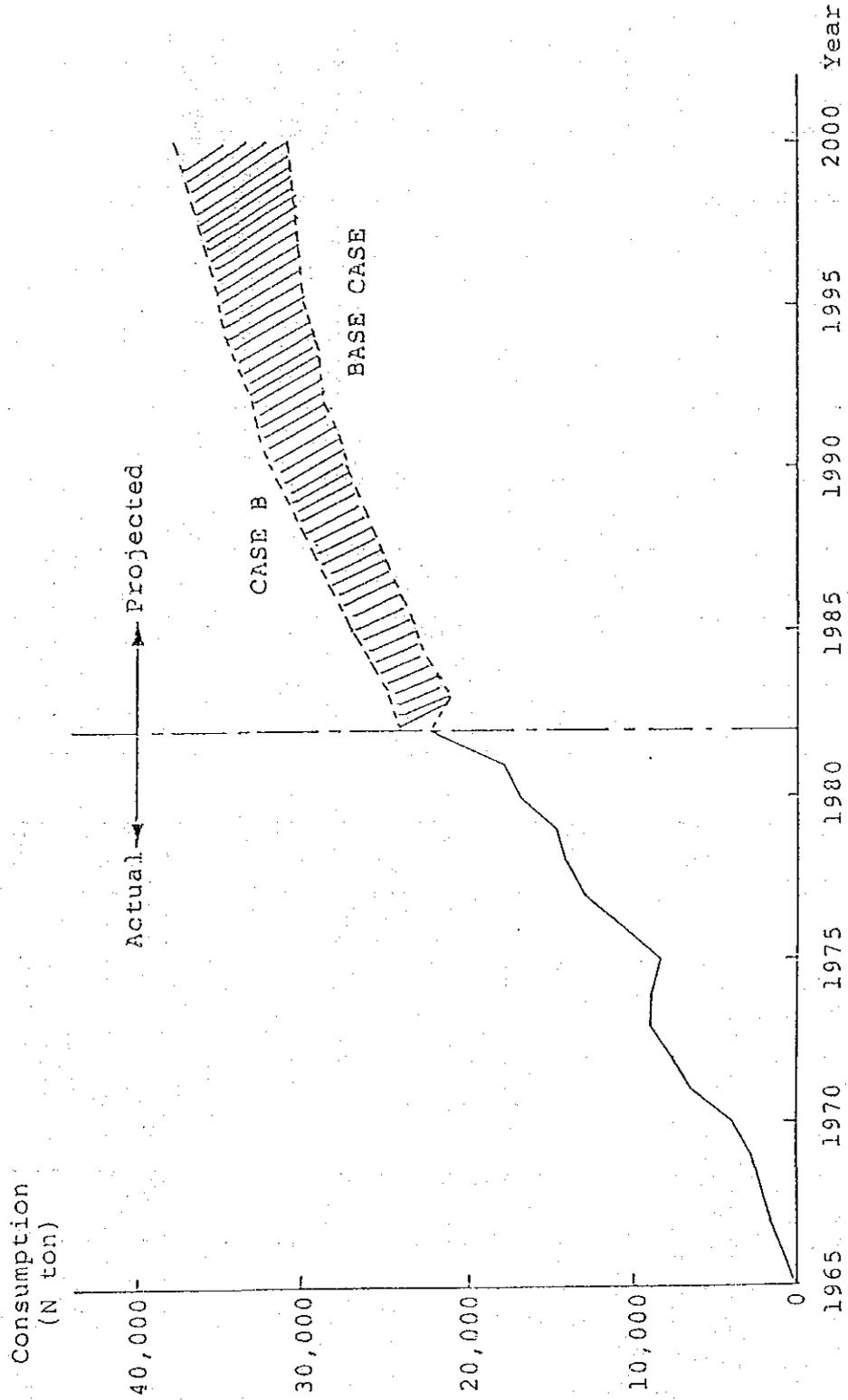
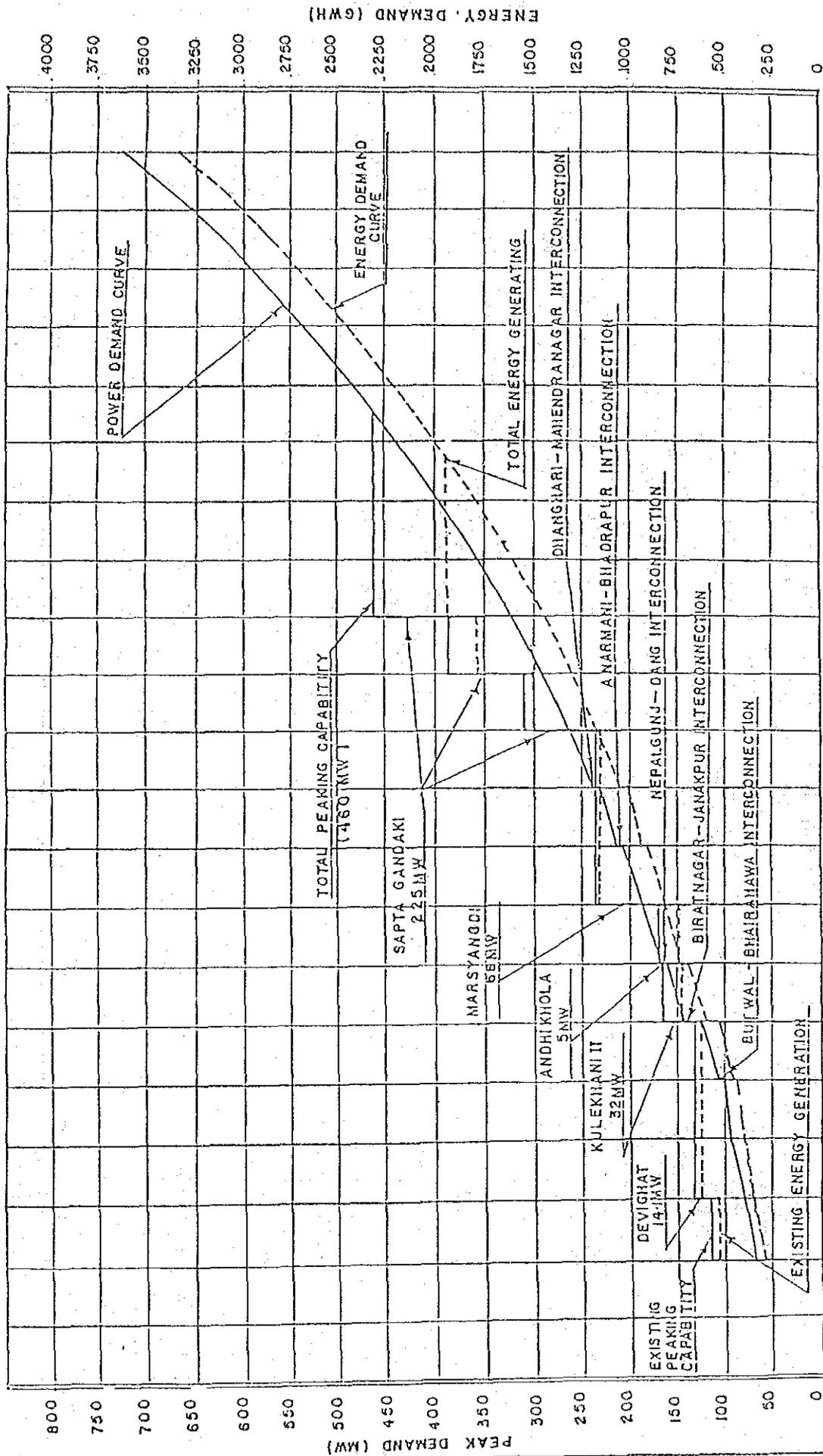


Figure 3 NEPAL POWER SYSTEM INTEGRATED DEMAND AND GENERATION EXPANSION



1981/82 82/83 83/84 84/85 85/86 86/87 87/88 88/89 89/90 90/91 91/92 92/93 93/94 94/95 95/96 96/97 97/98 98/99 99/2000 00/01/02

YEARS

# 第 I 編

## 序 論

第 1 章 調査の目的および範囲

第 2 章 調査の実施要領と概要

第 3 章 本計画の経済的意義



# 第 I 編 序 論

## 第 1 章 調査の目的および範囲

### 1-1 調査の背景および目的

本調査の対象である「尿素肥料工場建設計画」は、ネパール王国にとって初めての化学肥料工場である尿素肥料工場を建設しようとする計画である。同国は国内総生産の約 60 % を農業部門に依存し、労働人口の 90 % が農業に従事している農業国であり、農業は同国経済にとって重要な地位を占めている。(本編第 3 章参照) 尿素肥料は、同国で最も多く消費されている窒素肥料で、農業の生産向上のために必要な必需品であるが、今日まで輸入によって賄って来た。本計画は同国にとって唯一の資源である電力を活用して、水の電気分解により発生した水素からアンモニアを製造し、そのアンモニアから尿素肥料を製造する計画で、ネパール王国政府としてはこの計画の実現により尿素肥料の国産化を計り輸入代替に寄与することを目指している。

このような背景のもとネパール王国政府は、日本国政府に対し本計画のフィージビリティ・スタディー実施につき技術協力を要請してきた。この要請を受けて国際協力事業団は、1983 年 10 月に予備調査団を現地に派遣したが、その結果、当事業団代表とネパール王国政府工業省代表との間に調査の範囲を規定した合意書が締結され、それに基づき本調査の実施に至った次第である。

上記調査合意書の写しを参考までに付録 I-1 として添付する。

### 1-2 調査の範囲

前記調査合意書に定められた調査の範囲は概ね次の通りである。

- (1) 計画の背景調査
- (2) ネパール王国における尿素肥料市場の詳細調査
- (3) 尿素肥料製造の原料調査
- (4) 工場建設予定地調査

- (5) 尿素肥料工場の基本計画と概念設計
- (6) 環境保護対策調査
- (7) 計画の財務分析
- (8) 計画の経済および社会評価
- (9) 結論と勧告

## 第2章 調査の実施要領と概要

### 2-1 調査方法およびスケジュール

本調査の実施に当っては、坂梨晶保団長を始めとする専門家7名<sup>1)</sup>から成る調査団が1984年1月9日より29日までの21日間ネパール王国において現地調査を行い、現地調査の結果を基礎にして帰国後詳細な検討策定を行った。なお、調査団員のうち2名(技術担当)はネパール王国における現地調査完了後、インドを訪問し尿素工場建設のための輸入機械および輸入資器材の揚地となる Calcutta の港湾事情、並びに輸送事情等の調査を実施した。

現地調査に際しては、ネパール王国政府工業省の下部機構である Industrial Services Centre のスタッフによるカウンターパート・チームが編成された<sup>2)</sup>。調査団は現地調査の期間中ネパール王国側カウンターパートの協力を得て必要資料の収集と解析を行うとともに、建設予定地の立地調査並びに肥料市場および関連産業の実態調査を行った。現地調査での日程および訪問先は付録 I-3 に、また収集資料のリストは付録 I-4 に示す。

### 2-2 調査の概要

本編 1-2 に列挙した調査の範囲より、本調査の主要分野は、下記の通り大別できる。

- (1) 肥料市場調査
- (2) 尿素肥料工場に関する技術的諸問題の検討
- (3) 本計画の財務、経済評価

以下に各分野ごとの調査概要を記述する。

---

(注1) 現地調査団のメンバー表は付録 I-2 に示す。

(注2) ネパール王国側カウンターパート・チームのメンバー表は付録 I-2 に示す。

### (1) 肥料市場調査

市場調査ではネパール王国における農業と肥料消費の実態を調査し、本計画の主製品である尿素肥料について同国の将来需要と販売見通しの予測に主眼をおいて調査した。同時に、同国における肥料の販売、流通システムおよび輸送事情についても調査し、本計画で生産された尿素肥料の販売及び流通のため本計画として確立すべき体制および諸施設を検討した。また、本計画の財務、経済評価の基礎として、将来における尿素肥料の国際市場動向についての予測も試みた。これらの調査結果は本報告書の第II編および付録IIに集録する。

### (2) 尿素肥料工場に関する技術的諸問題の検討

尿素製造のために必要な中間原料としてアンモニアと炭酸ガスが必要である。本計画ではアンモニア製造に必要な水素の発生を水電解に求め、また炭酸ガス源としてはセメント工場排ガスに求める計画である。従って、電力の安定供給とセメント工場排ガスの十分な供給が本計画を存立せしめる大前提となる。この観点から、ネパール王国における電力の現状と将来展望について調査する一方、セメント工場（Himal Cement および現在建設中の Hetauda Cement）から排出される排ガスの組成及び供給量について調査した。上記のごとく炭酸ガス源をセメント工場からの排ガスに求める関係上、尿素肥料工場の立地はセメント工場の隣接地とならざるを得ない。従って、尿素肥料工場の建設予定地は前記2セメント工場のいずれかになるため、両地の立地条件を調査し、比較検討した。その他、同国における輸送事情（特に重量機器の輸送）、既存関連工業の実態、労働事情や関連法規等を広く調査し、その結果をふまえ、同国にとって最適と思われる計画内容の選定と諸設備の概念設計を行った。また同国の事情に合わせ最も効率的と思われる本計画の実施、運営計画を検討した。その結果は第III編および付録IIIに集録する。

### (3) 本計画の財務、経済評価

財務、経済評価は次のステップにより行った。

- (イ) 総所要資金の算定および資金計画の策定
- (ロ) 生産コストの算定、並びに財務計算および財務分析
- (ハ) 経済分析
- (ニ) 本計画の総合評価

(イ)では、第2項に記述した諸検討の結果に基づき本計画の総所要資金の算定および資金計画の策定を行った。(ロ)では、(イ)で積算された本計画の総所要資金その他必要諸要素に基づいて、尿素の生産コストを算定し、財務計算と財務分析を行った。また(イ)では、本計画の経済効果について分析した。これらの分析結果から、(ニ)において本計画の企業性および財務上の健全性、経済効果について総合的に評価した。特に電力価格についてはその詳細分析を行うとともに、電力の経済コストについて算定を試み、その結果を基にして本計画の財務面及び経済面への電力コストの影響を分析した他、本計画向けに供給される電力の価格をネパール政府として検討するに当り必要になるとと思われる諸元の解析を行った。その結果は、第IV編および付録IVに集録する。

## 第3章 本計画の経済的意義

### 3-1 ネパール王国経済の概況

#### 3-1-1 国情および地理的特性

ネパール王国は、国土面積 147,181 平方キロメートル、東経 80°4'～88°12'、北緯 26°22'～30°27' に位置する。国土は 144 キロメートルないし 240 キロメートルの幅で東西に横たわる変則長方形を形どり、北はヒマラヤ山脈を背にチベットの国境と接し、その他三方をインドとの国境に囲まれた内陸国である。(本報告書の冒頭に添付した地図参照) 同国は自然条件の違いによって次の3地区に区分される。

##### (1) Terai 地域

この地域は南側にゆるやかなスロープをなす肥沃な平坦地で、一部に小丘を含み、その面積は 35,840 平方キロメートル(全国土の約4分の1弱)を占める。小丘は高度 600 メートルの地点までなだらかな昇勾をたどりその後 1,200 メートルまで急斜面になっている。

##### (2) Middle 地域 (別称 Hill 地域)

この地域は丘陵と盆地が広はんに入り乱れ、無数の河川による侵食地を形成している。Kathmandu と Pokhara はこの地域に属する主要盆地である。

##### (3) Trans-Himalayan 地域 (別称 Mountain 地域)

この地域は海拔 4,550 メートル以上の山岳地で、世界最高の山岳地帯である。

ネパール王国には3つの大河川が北から南に流れており、下流はインド大陸に入り、いわゆる Indus 河、Gandes 河、Brahamaputra 河となる。

同国の気候条件は地域によって異なるが、次の通り類別することが出来る。

(1) 亜熱帯モンスーン気候

Chwia 丘陵地帯, 内陸 Terai 地域, 並びに海拔 1,200 メートルまでの地域がこの気候帯に属する。この地帯では, 夏季には気温が 38°C 以上になる地域がある。年間降雨量の 90 パーセントは夏季に集中するが, 年間平均降雨量は, 東部 200 cm, 中部 125 cm, 西部 100 cm である。冬季は温暖でかつ乾燥した気候である。

(2) 温暖モンスーン気候

海拔 1,200 メートルから 2,130 メートルの地域がこの気候帯に属する。夏はやや暑く冬は涼しいのがこの気候帯の特徴である。平均気温は 27°C から 41°C の間で, 年間平均降雨量は 150 cm である。

(3) 温寒気候

海拔 2,130 メートルから 3,700 メートルの地域がこの気候帯に属する。一般に夏はさほど暑くなく約 21°C 前後であるが, 冬は 1°C 前後まで気温が下り, 時には降雪もみられる。

(4) 高山地気候

ヒマラヤ山脈地帯がこの気候帯に入る。この地域の気温は一年中低い。

以上のような地理・地勢上の特性は, 同国にとって対外貿易面並びに国内流通・輸送面において種々の障害となり, 経済発展のための制約要因となっている。ネパール王国の人口は過去 10 年急速な増加をたどって来た。1971 年, 1976 年, 1981 年の地域別人口を表 1-1 に示すが, 同表にみられる通り同国の人口は 1971 年 11.56 百万人に対し 1981 年には 15.02 百万人と年平均 2.7% の増加率を示している。<sup>1)</sup> 1981 年の人口統計が示すようにネパール王国国民の大半が Mountain 及び Hill 地域に居住している。Kathmandu や Pokhara のような都市並びに周辺盆地を除き, これ等の地域では耕作条件も悪く, また他地区との交易も難しい環境にあるため, 食糧も不足がちで所得も低い。一方, Terai 地区では耕作条件も比較的恵まれているが, 輸送面での制約から Mountain 地域や Hill 地域への供給源になり得ていないのが実情である。

---

(注 1) 1981 年の人口統計は同年ネパール王国が実施した国勢調査の結果による。

### 3-1-2 ネパール王国の経済構造

ネパール王国の国内総生産 (GDP) 推移を表 1-2 に示す。1981/82 年の実績によって GDP に占める主要産業部門の比率を見ると、農業部門が 59 % と圧倒的に大きく、次に建設部門が 9 %、金融・保険・不動産部門及びサービス部門各々 8 %、輸送部門が 7 % である。鉱工業部門の占める比率は僅か 4 % である。次に商業部門 (ホテル及び飲食業を含む) が 4 %、残り 1 % が電気・ガス・水道等の公益事業部門となっている。この数値から明らかなようにネパール王国経済は農業部門に大きく依存しており、したがって、農業部門の成果がネパール王国経済の成長を左右する。

ネパール王国の国際収支を表 1-3 に示す。貿易収支は毎年入超で、経常収支は恒常的赤字を計上し、その幅は年々拡大の傾向をたどっている。このような経常収支の赤字を無償援助並びに借款によって補填して来たが、1982/83 年は総合収支においても赤字を計上する結果に終わっている。同国の国民勘定を表 1-4 に示す。各年の国民総支出は GDP を上回り、しかもその大半が消費勘定である。国内総投資額は GDP の 15~16 % 程度で、また国民貯蓄も GDP の 11 % 程度にとどまっている。このような経済状況から、経済開発資金は外国からの無償援助並びに援助借款に頼らざるを得ないのが実情である。表 1-5 に貿易構成を示すが、輸出の大半は農産品もしくは農産品の粗加工品である。一方、輸入の中心は工業製品並びに資本財である。ネパール王国の貿易にとってインドの占める比重は極めて大きく、輸出の約 60 % がインド向けであり、輸入の約 50 % がインドからの輸入である。(表 1-6 参照)

### 3-1-3 経済開発計画の概要

ネパール王国政府は 1980/81 年から第 6 次 5 ヶ年計画 (1980/81—1984/85 年) に入った。前次 5 ヶ年計画 (1975/76 年—1979/80 年) の実績は、GDP 平均成長率が 2.1 % と目標成長率 5 % を大きく下回る結果に終わった。3 年に亘る天候不順の影響もあり、農業生産特に食糧生産が停滞したことがその主な原因である。同開発計画期の目標として 5 ヶ年間で農業全体の生産増 19.2 %、食糧生産増 17 %、商品作物の生産増 68 % を掲げたが、その実績はいづれも低調に終わり、特に食糧生産は不振であった。

このような状況下で、第 6 次 5 ヶ年計画は基本目標として (1) 生産拡大の加速化、(2) 生産的雇用機会の創出、(3) 国民のミニマム・ニーズに応ずる、の 3 項目を掲げ、そのために農業開発を最優先としている。食糧不足問題と経済の低成長への対策が緊急課題であるという厳しい状況

を反映した計画である。開発の重点として農業開発に続いては、小・家内工業の開発による農村における雇用機会の創出が重視されている。次に天然資源の保護、水資源の開発があげられ、続いて既存生産基盤の活用があげられる。各計画目標は、GDP 成長率目標を年率4%、農業部門成長率を3.2%（そのうち食糧は2.8%、商品作物は3.9%）非農業部門は5.6%（そのうち工業は10%）の伸びを目指している。1982/83年までの実績をみると、GDP 成長率は1980/81年5.6%と順調なスタートを示したものの、1981/82年の成長率は3.8%に低下し、1982/83年には-1.3%に終わっている。このような経済成長の大幅な変動は、農業生産の不安定性に帰因している。商品作物の生産は、1980/81年3.5%増、1981/82年4%増、1982/83年5.1%増とほぼ順調な伸びを示しているものの、一方食糧生産は1980/81年に19%増と大幅な増加を示した後、1981/82年には4%増に低下し、次いで1982/83年には天候不順のため12.1%減に転じた。この結果農業部門の成長は1980/81年と1981/82年がそれぞれ16.6%および4%増であったのに対し、1982/83年は9.7%減となっている。一方、工業部門の成長は、1980/81年には前年比3.1%減であったが、その後順調な伸びを示し、1981/82年14.8%増、1982/83年18.8%増を示している。工業部門の比率は徐々に拡大しているものの、まだGDPに占める割合が小さいため、ネパール王国経済は依然として農業部門のモノカルチャー的構造から脱皮できない状況にある。

## 3-2 ネパール王国経済における農業の重要性

### 3-2-1 農業の概観

ネパール王国における主要農産物の生産状況を表1-7に示す。主要食糧作物は米、とうもろこし、小麦、大麦、あわ、である。商品作物としては、砂糖きび、油料種子類、タバコ、ジュート、じゃが薯がある。食糧作物の生産量は農産物生産量の約88%を占めており、その主体は米及びとうもろこしである。両作物の生産量は、それぞれ食糧作物総生産量の約55%及び21%を占める。次いで小麦が20%を占め、あわ及び大麦が残4%を占める。過去6年間の生産実績をみると、小麦を除きいづれの食糧作物も生産量はほとんど伸びておらず、天候不順の年はかなり大幅な生産減が見られる。商品作物のうち砂糖きび、タバコ、じゃが薯の生産は順調な伸びをたどっているが、油料種子類とジュートの生産は停滞気味である。このような状況からネパール王国政府は農産物、特に食糧作物の増産政策を打出し、農業技術指導と共に、灌漑整備計画の推進、改良種子、化学肥料等農業資材の供給などを積極的に進めつつある。

### 3-2-2 国民経済に占める農業の地位

これまで述べたとおり、農業はネパール王国経済にとって重要な位置を占めている。人口の94%は農村に居住し、労働人口の約90%が農業に従事している。産業構造をみると、農業はGDPの約60%前後に貢献し、輸出の80%を占め、工業原材料の50%以上を供給していることから、農業部門の発展が全体的経済発展の鍵を握るといっても過言ではない。このような農業部門の重要性に鑑み、今次5ヶ年計画においても農業生産の拡大が最重点政策となっている。人口増加に伴う食糧需要増を満すためにも、食糧増産は必須である。一方政府は工業部門において小・家内工業の促進を計りつつあるが、これ等の工業は農産品加工が主体を占めるため、その原料となる農産品の安定生産が要求される。

かかる状況下、ネパール王国経済における農業の地位はますます重要になると見込まれる。

### 3-3 ネパール王国経済に対する本計画の重要性

尿素肥料はネパール王国の農業にとって重要な投入財の一つである。同国には現在肥料工業が無いので、必要な肥料はすべて輸入により賄っている。一部は無償援助による先進諸国からの供与に依存する一方、貴重な外貨を支払って商業ベースにより輸入している。

ネパール王国の地理的条件から購入価格は国際価格に比べかなり割高にならざるを得ない上に、必要な時期に入手出来ず農民への適時供給が困難な状況にある。妥当なコストによる尿素肥料の国産が可能になれば、外貨節約面での貢献と共に、安定供給源の確保につながり農業の発展ひいては経済開発に多大の貢献をもたらすものであり、ここに本計画の重要性を見出すことが出来る。

また本計画は、水資源と余剰電力の活用を目指しており、資源の有効活用につながる可能性も多分にある。

このほかに、ネパール王国の工業開発にとって本計画のもつ波及効果も見逃せない。同国の工業開発はまだ初期の段階にある。表1-8に主要工業製品の生産推移を示すが、国産基幹工業製品はセメントのみと言ってよい。化学工業は今のところ皆無である。本計画の核となるアンモニアおよび尿素製造技術は化学工業の基礎をなすものであり、将来同国において化学工業が発展するための足がかりとなる。





Table 1-1 REGIONAL DISTRIBUTION OF POPULATION <sup>a/</sup>

	1971		1976		1981	
	Persons	% of Total	Persons	% of Total	Persons	% of Total
<u>Eastern Region</u>	2,797,500	24.21	3,067,086	23.90	3,708,923	24.69
Mountains	304,352	2.63	322,131	2.52	338,439	2.25
Hills	1,114,590	9.65	1,199,078	9.34	1,257,042	8.37
Terai	1,378,558	11.93	1,545,877	12.04	2,113,442	14.07
<u>Central Region</u>	3,865,753	33.46	4,319,601	33.65	4,909,357	32.68
Mountains	353,923	3.06	378,990	2.95	413,143	2.75
Hills	1,741,594	15.08	1,943,658	15.14	2,108,433	14.03
Terai	1,770,236	15.32	1,996,953	15.56	2,387,781	15.90
<u>Western Region</u>	2,465,540	21.33	2,712,781	21.13	3,128,859	20.83
Mountains	53,490	0.46	36,389	0.28	19,951	0.13
Hills	1,816,940	15.72	2,000,359	15.58	2,150,939	14.32
Terai	595,110	5.15	676,033	5.27	957,969	6.38
<u>Mid-Western Region</u>	1,468,896	12.71	1,675,825	13.05	1,955,611	13.02
Mountains	188,012	1.63	221,231	1.72	242,486	1.61
Hills	885,562	7.66	981,808	7.65	1,042,365	6.94
Terai	395,322	3.42	472,786	3.68	670,760	4.47
<u>Far-Western Region</u>	958,294	8.29	1,061,725	8.27	1,320,089	8.78
Mountains	238,833	2.07	255,753	1.99	288,877	1.92
Hills	521,721	4.51	573,985	4.47	604,336	4.02
Terai	197,740	1.71	231,987	1.81	426,876	2.84
<u>Total</u>	11,555,983	100.00	12,837,018	100.00	15,022,839	100.00
Mountains	1,138,610	9.85	1,214,494	9.46	1,302,896	8.67
Hills, of which:	6,080,407	52.62	6,698,888	52.18	7,163,115	47.68
Kathmandu Valley	(618,912)	(5.36)	(692,555)	(5.39)	(766,345)	(5.10)
Terai	4,336,966	37.53	4,923,636	38.36	6,556,828	43.65

Note: a/ In November 1981, the old Far-Western Region was divided into the Mid-Western and the Far-Western Regions. In this table, the 1971 and 1976 populations of the old Far-Western Region were disaggregated into Midand Far-West using zonal population data.

Source: Central Bureau of Statistics

Table 1-2 GROSS DOMESTIC PRODUCT: NEW SERIES a/

1974/75 1975/76 1976/77 1977/78 1978/79 1979/80 1980/81 1981/82 b/ 1982/83 c/

	(Rs Million in Current Prices)								
Agriculture d/	11,435	11,495	10,389	11,616	13,365	13,520	15,510	16,792	
Mining	22	23	26	25	34	42	58	68	
Manufacturing	440	459	499	531	559	618	712	820	
Cottage Industry	224	231	237	263	289	318	337	369	
Construction	583	718	1,020	1,338	1,559	1,570	1,974	2,537	
Electricity, Gas & Water	34	38	39	42	48	60	67	90	
Transport, Storage & Communications	690	805	852	1,093	1,248	1,541	1,889	1,992	
Trade, Restaurant & Hotels	540	603	636	707	724	889	953	1,070	
Finance, Insurance & Real Estate	1,095	1,171	1,412	1,534	1,613	1,833	2,077	2,351	
Services	873	1,046	1,145	1,277	1,340	1,495	1,889	2,174	
GDP at Factor Cost	15,936	16,589	16,255	18,426	20,779	21,886	25,466	28,263	
Net Indirect Taxes	635	805	1,025	1,306	1,436	1,465	1,986	2,276	
of which: Agriculture	(115)	(116)	(117)	(136)	(157)	(163)	(169)	(183)	
GDP at Market Price	16,571	17,394	17,280	19,732	22,215	23,351	27,452	30,539	
	(Rs Million in Constant 1974/75 Prices)								
Agriculture e/	11,550	11,615	11,141	11,141	11,480	10,933	12,748	13,258	11,972
Non-Agriculture e/	5,021	5,685	6,681	7,466	7,568	7,673	6,900	7,136	8,157
GDP at Market Price	16,571	17,300	17,822	18,607	19,048	18,606	19,648	20,394	20,129

Notes: a/ New series begun in 1974/75  
 b/ Provisional estimates  
 c/ Tentative estimates  
 d/ Includes fishing and forestry  
 e/ Constant price series available at market prices only

Source: Central Bureau of Statistics and National Planning Commission

Table 1-3 BALANCE OF PAYMENTS SUMMARY

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	Estimate 1982/83
(Unit: million US\$ in current prices)								
1. EXPORTS (G&NFS)	155.9	163.0	168.8	218.1	223.5	293.6	277.1	221.2
2. Merchandise (f.o.b.)	100.6	95.1	86.2	108.6	96.1	134.4	115.4	67.3
3. Non-factor Services	55.3	67.9	82.6	109.5	127.4	159.2	161.7	153.9
4. IMPORTS (G&NFS)	205.2	197.9	246.9	295.6	364.6	446.4	449.6	491.5
5. Merchandise (f.o.b.)	160.2	155.8	193.8	231.1	283.3	352.6	363.6	408.3
6. Non-factor Services	45.0	42.1	53.1	64.5	81.3	93.8	86.0	83.2
7. RESOURCE BALANCE	-49.3	-34.9	-78.1	-77.5	-141.1	-152.8	-172.5	-270.3
8. Net Factor Income	5.3	5.9	7.0	8.3	12.6	10.0	11.6	7.4
9. Factor Receipts	6.9	6.7	8.1	10.4	15.9	13.3	15.2	13.0
10. Factor Payments	1.6	0.8	1.1	2.1	3.3	3.3	3.6	5.6
11. Net Current Transfers	27.4	29.4	24.3	29.8	35.5	46.4	40.5	37.6
12. Transfer Receipts	28.9	31.2	25.6	30.9	36.6	47.9	42.3	40.1
13. Transfer Payments	1.5	1.8	1.3	1.1	1.1	1.5	1.8	2.5
14. CURRENT BALANCE	-16.6	0.4	-46.8	-39.4	-93.0	-96.4	-120.4	-225.3
M&LT CAPITAL INFLOW								
15. Direct Investment	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16. Official Grant Aid	21.6	20.1	23.2	42.6	63.5	71.7	89.3	102.5
17. Net M&LT Loans	12.1	17.2	23.6	35.7	48.1	52.8	59.3	72.1
18. Disbursements	13.6	18.7	25.1	37.3	49.8	55.4	64.6	81.0
19. Repayments	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	2.6	5.3	8.9
20. Capital Flows, NEI	12.7	-12.7	0.8	9.6	-16.3	-12.0	10.8	14.6
21. OVERALL BALANCE	29.8	25.0	0.8	48.5	2.3	16.1	39.0	-36.1
22. Change in Net Reserves	-29.8	-25.0	-0.8	-48.5	-2.3	-16.1	-39.0	36.1
23. Net Credit from IMF						12.7	-0.6	-5.4
Other Changes (net)						-28.8	-39.6	41.5
(-indicates increase)								

Source: Nepal Rastra Bank

Table 1-4 NATIONAL ACCOUNTS SUMMARY

(Unit: million US\$ in current prices)

	<u>1974/75</u>	<u>1975/76</u>	<u>1976/77</u>	<u>1977/78</u>	<u>1978/79</u>	<u>1979/80</u>	<u>1980/81</u>	<u>1981/82</u>
1. Gross Domestic Product	1,569.2	1,447.7	1,382.4	1,596.3	1,851.3	1,945.9	2,287.7	2,356.6
2. Resource Gap	70.2	49.3	34.9	78.1	77.5	141.1	152.8	172.5
3. Imports (G&NFS)	209.8	205.2	197.9	246.9	295.6	364.6	446.4	449.6
4. Exports (G&NFS)	139.6	155.9	163.0	168.8	218.1	223.5	293.6	277.1
5. Total Expenditures	1,639.4	1,497.0	1,417.2	1,674.5	1,928.8	2,087.0	2,575.6	2,686.0
6. Consumption	1,493.7	1,346.2	1,246.1	1,473.8	1,599.6	1,780.2	2,237.1	2,297.5
7. General Government	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Private	-	-	-	-	-	-	-	-
9. Investment	145.7	150.8	171.2	200.6	329.2	306.8	338.5	388.5
10. Fixed Investment	-	-	-	-	308.3	257.7	-	-
11. Change in Stocks	-	-	-	-	20.9	49.1	-	-
12. Domestic Saving	75.5	101.5	136.3	122.5	251.7	165.7	185.7	216.0
13. Net Factor Income	-	5.3	5.9	7.0	8.3	12.6	10.0	11.6
14. Current Transfers	28.5	27.4	29.4	24.3	29.8	35.5	46.4	40.5
15. National Saving	-	134.2	171.6	153.8	289.8	213.8	242.1	268.1
Average Exchange Rates:								
16. Rupees per SDR	12.899	14.063	14.444	14.830	15.380	15.614	15.090	14.737
17. Rupees per US\$	10.560	12.015	12.500	12.361	12.000	12.000	12.000	12.959

Source: Central Bureau of Statistics, National Planning Commission and Nepal Rastra Bank

Table 1-5 COMPOSITION OF TRADE

	1969/70	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82
Exports, f.o.b.	489.5	899.6	1,185.8	1,164.8	1,064.1	1,296.8	1,150.5	1,608.6	1,490.5
Food and Live Animals	296.4	517.5	804.0	599.5	405.3	488.8	306.5	588.7	735.9
Tobacco and Beverages	2.2	0.4	4.0	12.3	11.2	13.6	2.6	15.4	18.5
Crude Materials, Inedibles, Except Fuels	20.5	213.3	226.3	377.8	441.2	491.7	469.6	561.6	397.3
Mineral Fuels and Lubricants	-	1.5	1.6	0.5	0.2	0.7	0.5	0.4	1.0
Animal & Vegetable Oils & Fats	1.6	2.4	1.8	5.3	6.0	16.5	20.4	37.8	44.0
Chemicals and Drugs	1.3	0.9	9.3	10.6	3.6	0.8	1.3	3.9	1.5
Manufactured Goods, Classified Chiefly by Materials	48.0	28.1	104.7	123.9	123.3	229.1	291.8	254.3	225.4
Machinery and Transportation Equipment	0.2	0.1	3.6	1.6	2.7	2.9	3.2	1.8	9.1
Other Manufactured Products	19.0	38.3	23.0	27.8	51.2	52.4	54.0	143.0	57.1
Other	0.2	12.1	7.3	5.6	1.5	0.3	0.6	1.7	0.8
Imports, c.i.f.	864.6	1,814.6	1,981.7	2,008.0	2,469.7	2,884.7	3,480.2	4,428.2	4,929.3
Food and Live Animals	158.3	243.1	291.1	249.3	323.1	292.0	412.9	601.2	619.2
Tobacco and Beverages	11.1	18.9	42.4	20.2	44.2	35.7	25.9	24.8	35.6
Crude Materials, Inedibles, Except Fuels	52.6	63.8	88.7	36.4	53.1	61.4	100.9	115.5	142.6
Mineral Fuels and Lubricants	88.6	182.7	211.7	249.0	250.3	232.4	409.7	583.6	579.3
Animal & Vegetable Oils & Fats	8.3	7.0	7.4	8.3	30.8	22.4	26.0	92.5	64.3
Chemical Drugs	65.6	179.5	190.1	224.5	254.9	297.5	396.7	527.3	599.2
Manufactured Goods, Classified Chiefly by Materials	342.7	509.5	545.9	660.6	819.2	1,084.7	1,089.9	1,259.2	1,555.5
Machinery and Transportation Equipment	79.5	270.1	413.4	375.5	483.1	574.7	719.7	802.9	891.1
Other Manufactured Products	57.3	198.1	168.4	145.8	201.0	275.0	288.3	407.6	430.2
Other	0.6	29.9	22.7	38.4	9.9	8.9	10.2	13.6	12.3

Note: Based on Customs data  
Source: Nepal Rastra Bank

Table 1-6 DIRECTION OF FOREIGN TRADE

(Unit: Million Rupees)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82
Exports, f.o.b.	1,209.7	1,142.9	1,099.4	1,525.8	1,311.4	1,663.8	1,473.6
Belgium	18.5	41.0	55.8	21.6	5.8	9.9	5.5
United Kingdom	15.2	21.4	41.9	31.9	55.9	48.2	42.2
Germany, Fed. Rep.	12.5	45.6	53.9	68.2	72.2	58.3	66.6
U.S.S.R.	3.4	10.0	7.6	24.0	110.6	50.2	23.4
Rest of Europe	35.0	59.5	92.5	119.8	103.2	74.2	54.3
Hong Kong	22.3	22.5	18.9	20.5	13.6	93.9	4.1
India	910.6	779.6	498.1	650.1	507.3	992.4	994.3
Japan	3.8	26.1	19.3	66.1	57.8	31.5	15.6
Singapore	38.6	35.2	42.0	35.9	29.2	65.6	33.9
Rest of Asia	76.0	17.3	109.3	267.5	165.7	164.4	174.0
U.S.A.	44.8	63.0	62.6	96.8	92.7	35.6	23.4
Rest of World*	29.0	21.7	97.5	123.4	97.4	39.6	36.3
Imports, c.i.f.	1,934.1	1,940.4	2,645.1	3,045.2	3,692.7	4,593.6	4,806.4
Germany, Fed. Rep.	20.3	38.7	47.3	66.0	69.2	71.4	152.0
United Kingdom	11.5	25.9	52.7	63.5	214.2	65.4	69.4
U.S.S.R.	4.8	127.2	131.0	113.0	143.9	164.7	381.0
Rest of Europe	15.0	37.7	70.8	83.7	119.6	238.4	122.1
Hong Kong	13.6	21.5	34.5	68.7	57.2	91.8	65.5
India	1,267.1	1,343.5	1,534.1	1,580.8	1,786.4	2,179.0	2,280.9
Japan	74.7	133.2	245.3	403.5	405.2	572.0	577.4
Singapore	41.1	14.9	21.9	86.0	67.5	117.7	124.6
Rest of Asia	16.8	137.5	288.3	451.4	669.0	937.1	809.8
U.S.A.	34.5	53.9	154.9	100.7	103.3	94.1	171.0
Rest of World*	434.7	16.4	64.3	26.0	57.2	62.0	52.7

\* Includes unclassified exports and imports.

Notes: Date based on customs returns. Total figures differ from those of other tables because this table has not been revised at source.

Source: Trade Promotion Center and Nepal Rastra Bank

Table 1-7 PRODUCTION OF PRINCIPAL CROPS

Crops	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	Estimate 1982/83	Percentage increase or decrease (-)
							1982/83 over 1981/82
<b>Food Grains</b>							
Paddy	2,282,430	2,339,000	2,059,930	2,464,310	2,560,080	1,832,620	-28.42
Maize	740,470	743,000	553,760	742,940	751,520	718,240	-4.43
Wheat	411,270	454,000	439,990	477,190	525,930	656,630	25.56
Barley	22,450	22,000	23,290	23,030	23,320	20,900	-10.38
Millet	129,510	133,000	119,340	121,530	121,710	124,870	2.60
<b>Cash Crops</b>							
Sugarcane	386,930	379,000	384,370	483,380	590,000	638,310	8.19
Oil Seeds	78,450	92,000	61,870	77,140	79,120	69,350	-12.35
Tabacco	6,030	5,000	5,500	5,490	4,820	6,660	38.17
Jute	55,801	65,551	67,514	59,284	42,663	31,124	-27.05
Potato	271,120	268,000	278,400	275,180	319,750	374,570	17.14

(Unit: Ton)

Source: Food and Agricultural Marketing Services Department and Jute Development and Trading Corporation

Table 1-8 PRODUCTION OF PRINCIPAL INDUSTRIES

Goods	Unit	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	First Nine Months	
						1981/82	1982/83*
Jute goods	M. Ton	15,520	14,777	16,264	15,725	11,802	13,973
Sugar	M. Ton	27,200	14,158	12,020	21,154	19,159	20,380
Cigarettes	00,000	20,686	16,424	18,113	2,8,493	2,0,219	2,6,000
Matches	000 Gross	724	699	626	760	697	770
Liquor**	000 Litre	455	698	788	477	295	395
Soap	M. Ton	1,121	1,174	2,631	3,050	1,893	3,843
Shoes	Pairs	55,779	70,299	81,845	61,450	60,512	50,000
Leather	000 Pieces	1,320	1,857	1,802	1,655	1,378	9,222
Agricultural Tools	M. Ton	179	39,449 (Pieces)	86	70,000 (Pieces)	65,000 (Pieces)	60,562 (Pieces)
Tea	M. Ton	326	387	535	642	414	514
Stainless Steel	M. Ton	294	760	470	401	298	257
Utensils	M. Ton	1,410	965	1,638	1,139	1,034	612
Straw Board	M. Ton	12,403	33,791	25,642	20,900	18,290	22,950
Brick & Tile***	000 Pieces	1,181	1,310	1,459	1,276	873	1,201
Beer	M. Ton	569	287	254	400	367	400
Fertilizers	000 Metre	2,429	3,489	5,317	6,862	5,287	9,143
Cotton Textiles	M. Ton	21,019	29,163	32,326	30,378	22,897	24,000
Cement	M. Ton	75	49	79	81	48	217
Plastic Goods	M. Ton	2,037	1,912	1,675	2,267	1,832	1,944
Biscuits	000 Sq. Ft.	1,809	1,051	4,149	4,647	3,712	3,994
Plywood	000 Metre	575	426	788	1,646	923	1,351
Polythene Pipes	000 Metre	1,775	2,190	2,329	2,677	1,502	2,209
Synthetic Textiles	M. Ton	4,471	5,963	5,070	7,260	5,123	9,308
Iron Goods	M. Ton						

Notes: \* Provisional

\*\* Distillery Production only

\*\*\* Production of Brick & Tile Factory only

Source: Department of Industry, Excise Department and Nepal Rastra Bank.

## 第 II 編

### 市場調査

第 1 章 序 論

第 2 章 ネパールの窒素肥料市場をとりまく背景

第 3 章 ネパールにおける窒素肥料市場規模の現状と見通し

第 4 章 当プロジェクトにより生産される製品の販売



## 第II編 市場調査

### 第1章 序論

#### 1-1 市場調査の目的

本編においては、当プロジェクトによって生産される製品の市場性について検討すること、並びに当プロジェクトの実現性を検討するに当たって、必要な販売・流通に関連する諸元を設定することを目的とし、次の諸点につき分析・予測等を行なう。

- (1) ネパールにおける窒素肥料市場について分析し、将来の市場規模を予測すること。
- (2) 上記予測にもとづき、市場性の観点から当プロジェクトによって生産されるべき最適な製品を選択すること。
- (3) ネパールにおける窒素肥料の市場価格形成について分析し、将来の市場価格動向について予測すること。
- (4) 最終的に選択された当プロジェクトの製品について、プロジェクト評価に必要な次の諸元を設定すること。
  - (イ) 販売量
  - (ロ) 販売価格
  - (ハ) 保管、荷造り、出荷等物流上必要とされる諸設備に関するデータ

#### 1-2 本編の構成

本編においては、次の構成により調査結果を報告する。第2章においては、市場の分析および予測をするに当たり留意されるべき肥料に関する一般知識とネパールの肥料市場をとりまく背景について述べる。そのまず第1として窒素肥料の商品特性を述べ、さらにネパールの肥料市場が国際市場と密接な関係にあるため、窒素肥料の国際市場の動向と今後の見通しについて述べる。次いでネパールの国内市場について分析するために必要なネパールの農業部門と肥料消費との関係、およびネパールの肥料産業並びに肥料の流通について概要を述べる。

第3章では、ネパールの窒素肥料消費の実態を分析し、その結果にもとづき将来の市場規模

を予測する。第4章では、当プロジェクトによって生産される製品の選択を行ない、さらに当プロジェクト評価に必要な販売・物流に関する諸元の設定を行なう。

## 第2章 ネパールの窒素肥料市場をとりまく背景

### 2-1 窒素肥料とその国際市場

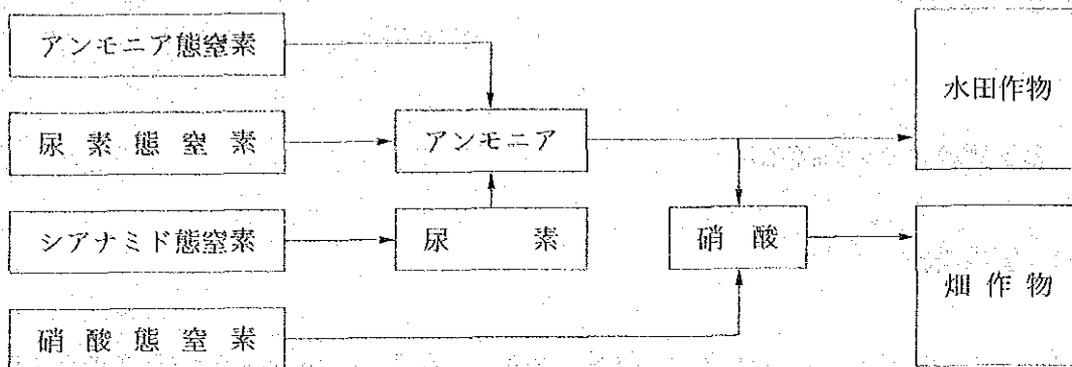
#### 2-1-1 窒素肥料

植物の生育過程において、特に大量に補給を必要とする養分が10種類あるが、そのうち自然供給だけでは不足しがちな養分が窒素、燐素および加里の3養分である。窒素肥料とは、このうちの窒素を人為的に供給することを目的とするものである。窒素自体は空気中に無尽蔵に存在するが、この空気中の窒素を固定し体内に養分として取り入れることが出来る植物は、レンゲ科の植物等に限られている。化学窒素肥料は、この空気中の窒素を何らかの化合物の型にして固定し、土壤中に施用するものである。世界で使用されている化学窒素肥料のほぼ95%以上は、空中の窒素をアンモニアとして固定し、そのアンモニアをもとに作られた化合物である。(アンモニアを経由しない化学窒素肥料としては、石灰窒素および天然に産出される硝酸ソーダ・ナトリウム硝石がある。)主な窒素肥料は、含有される窒素がどのような形で化合物を形成しているかによって、次の4種類に分けることができる。

含有されている窒素の形態	主な窒素肥料
(1) アンモニア態窒素	アンモニア、硫安、硝安 <sup>1)</sup> 、塩安、燐安
(2) 硝酸態窒素	硝安 <sup>1)</sup> 、硝酸ソーダ、硝酸石灰
(3) 尿素態窒素	尿素
(4) シアナミド態窒素	石灰窒素

(注1) 硝安石灰を含む。一部の窒素はアンモニア態であり、一部は硝酸態である。

窒素肥料が施用されてから作物に吸収されるまでに土壤中で次図のような分解が行なわれ、最終的には水田作物の場合は主にアンモニアとして、また畑作物の場合は主に硝酸として作物に吸収される。



このような分解過程を経るため、田畑の状況、土壌条件、気象条件等によって各窒素肥料間の肥効は異なる。尿素の場合はアンモニア態になるまでの間は流亡しやすく、流亡をさけるためには施肥後土壌との混合が必要である。但し、アンモニア態になると土壌と結合し流亡は避けることができる。硝酸態窒素の場合は土壌に吸収保持されないため、水田下では灌漑水中に溶解流失する危険性が高い。また硝酸態窒素は、還元層内では不安定で窒素となり揮散するため土壌との混合は望ましくない。したがって、水田作物には硝酸態窒素は不適であるとされている。(ただし、落水状態での追肥の場合は問題はない) 窒素肥料は、含まれている肥料成分が窒素成分一種類か、あるいは窒素成分以外の成分をも含んでいるかという点からも分類される。それぞれに分類される主な肥料は次の通りである。

分類	主な窒素肥料
窒素単肥 N成分だけを含むもの	アンモニア、尿素、硫安、硝安、塩安、石灰窒素他
複合肥料 NP 2成分を含むもの	磷安、磷硝安、(NP) 化成肥料
NK 2成分を含むもの	(NK) 化成肥料
NPK 3成分を含むもの	(NPK) 化成肥料

## 2-1-2 世界における窒素肥料需給と見通し

表 2-1 は世界における窒素肥料の地域別消費状況を示している。窒素肥料の総消費量は、1981/82 年度では約 6 千万窒素トンであり、そのうち約 37% は先進諸国で消費された。同表によれば、1965/66 年度における発展途上諸国および中央計画経済圏諸国の消費量は、それぞれ 250 万窒素トンおよび 550 万窒素トンであったが、1981/82 年度には 1,280 万窒素トンおよび 2,540 万窒素トンと、それぞれ 11% および 10% の年平均伸び率で上昇してきた。これに対し、

先進諸国の年平均伸び率は同じ期間に7%であった。他方、表2-2によれば、先進諸国および中央計画経済諸国の場合、農地1ha当り窒素施肥量は56Nkg/haおよび65Nkg/haであるのに対し、発展途上国の場合は19Nkg/haであった。このような過去の傾向と現在の施肥レベルから推察すると、先進諸国および中央計画経済諸国の1ha当り窒素施肥量はすでに高いレベルにあり、今後増加する可能性が少ないものと考えられ、これに対し、発展途上諸国の場合はまだまだ増加する可能性をもっているといえる。

表2-3はFAO/UNIDO/WORLD BANKの作成した世界の窒素肥料需給見通しであり、表2-4は当調査団としての予測である。いずれの予測によっても、1985年頃までは世界の窒素肥料市場は供給過剰状態で推移する見通しであり、それ以降再び新しい生産設備の増加が必要になるものと考えられる。

国際市場で取引きされている窒素肥料（およびアンモニア）の中では、原料であるアンモニアを除き、尿素が一品目としては圧倒的に貿易量が多い。（表2-5）尿素的な主たる輸出者は、中東諸国およびアメリカ、西欧諸国並びにソ連、東欧諸国である。かつては、西欧諸国および日本がアメリカと並んで主たる輸出国であったが、1970年初頭の石油価格急騰に伴い、西欧諸国および日本では原料となるナフサのコストが急増した。他方、中東、ソ連、東欧諸国等では、天然ガスを原料とする尿素生産量が増加し輸出余力が急増するとともに、その原料コストが安いこともあり、国際市場における価格競争の激化を招いた。そして、それまで主たる輸出国であった西欧諸国および日本の輸出競争力は低下し、輸出量が激減する一方、中東、ソ連、東欧諸国等、新興輸出国の輸出量が増加する結果となった。また、それまで肥料を輸入していた諸国においても1970年代前期にアンモニア、尿素プラントの建設ラッシュがあり、従来輸入国であった諸国での自給の達成あるいは輸入の減少が見られた。このようにして、国際マーケットでは窒素肥料の供給過剰状態が生まれ、現在も続いている。この結果、日本、西欧諸国、アメリカ等で市場の競争力を失ったアンモニア、尿素生産設備の休廃止が行なわれている。今後市場における需要の増加と、他方、設備休廃止が引き続き行なわれることによって供給過剰状態は徐々に調整され、1985年頃までに需給がバランスすると見込まれる。

### 2-1-3 窒素肥料と国際価格

代表的な窒素肥料である尿素的な国際価格の推移を図2-1および表2-6に示した。尿素的な価格は、1960年代後半から1970年代の初頭にかけては長期的に低下傾向にあった。これはアンモニア、尿素的な生産設備が次々と大型化され生産コストが低下し続けてきたことに因る。しかし前述の通り、1970年代前半における石油価格急騰以降は、主たる輸出国であった西欧、日本、ア

アメリカ等の原料ナフサ価格および天然ガス価格が上昇した結果、これらの諸国におけるアンモニア、尿素の生産コストは上昇に転じた。それにもかかわらず、1973—74年および1980—81年の第1次および第2次“オイルショック”時を除き、価格は比較的安定している。これは前述のような国際市場における供給過剰状態の結果といえる。従来、肥料価格は主たる輸出者であった西欧や日本の生産コストを反映していたが、中東、東欧諸国が大規模輸出国として現われて来るに従い、西欧や日本が必ずしも国際価格をリード出来なくなってきた。しかしながら、中東、東欧諸国等低コストの原料を持つ諸国の生産コストは他の輸出国に比べ極端に低いため、これら諸国は国際市場への輸出に際し、一般に他の輸出国のオファーする価格に追随する形で価格を提示している。したがって、彼等の生産コストそのものが価格に直接反映されてはいない。現在国際価格の形成において主導的位置にあるのはアメリカである。しかもそのアメリカ国内では生産者によって生産コストに大幅な差が見られる。中でも高コスト層に属する生産者の場合は既に市場における競争力を失い、次々と生産設備の休廃止に追い込まれている。今後、国際市場の価格形成指標となるのはアメリカの低コスト生産者であると見込まれる。なぜならば、他の中東、東欧等の生産者の生産コストの場合は、原料天然ガスコストをほとんどゼロ評価にまで下げることが可能であり、需給状況によって価格レベルを操作することが可能な立場にあり、彼らの市場における価格形成行動は従来から市場価格に追随する型であった。他方、もしアメリカの低コスト生産者すらも生産が不可能な程に市場価格が低下すれば、そして、その結果生産を停止すれば、逆に窒素肥料の供給は不足するに至るものと見込まれる。逆にアメリカの高コスト生産者も生産出来る程価格が上昇すれば供給過剰状態が再びもたらされよう。したがって、競争力のある各生産者はアメリカの低コスト生産者の提示する価格に追随することを続けるであろうし、アメリカの低コスト生産者は過大な利益を追求することもできないであろう。こうして、国際価格はアメリカの低コスト生産者のコストレベルで形成されて行くものと推定される。

アメリカの生産者の原料天然ガスコストは民需との競合によって年々上昇を続けており、一般の物価上昇に比べて約3.5%程度の価格上昇が見込まれる。このコストを反映するとアンモニアおよび尿素の価格は、一般の物価上昇に比べて1.9%程度の上昇が見込まれることになる。表2-6は、以上のような前提にもとづき予測したアンモニア、尿素の将来価格見通しである。

## 2-2 ネパールにおける農業生産と肥料消費

### 2-2-1 ネパールにおける農業部門の概況

ネパールの人口の93%にのぼる人口が農業に依存しているにもかかわらずネパールの農業

は生産性が低く、一部地域を除き、農家は自給自足的耕作を営んでいる。このため農業部門が国の経済の中で創造する購買力は小さく、農業発展はネパール経済全体の発展のためにぜひ達成されなければならない重要な課題である。

ネパールの農業部門は、ネパール経済の中での特徴から見て大きく3つの地域に分けることができる。1つはインドとの国境に沿って広がる平野部の Terai 地域、もう1つは Kathmandu を中心に展開している Kathmandu Valley 地域および Hill 地域の中で幹線道路沿いの地域、そして残りの1つは道路で近づくことのできない Hill および High Hill 地域である。

Central Terai 地域から Eastern Terai 地域にかけては、米の生産は需要を上回っている。しかし、同じ Terai でも Mid Western および Far Western Terai では輸送事情が悪いため他の地域へ送り出すことのできるほどの余剰生産を産み出せるには至っていない。Kathmandu Valley 地域および幹線道路沿いの Hill 地域も比較的多くの農家で余剰が産み出されている地域である。しかし、これに対し他の Hill, High Hill 地域および先述の Mid-Western, Far-Western 地域は自給自足的性格をもった農業地域である。

Kathmandu Valley 地域において生産された余剰は Kathmandu 地域の都市人口によって消費され、Terai 地域の余剰はインドへ輸出される。Hill, High Hill 地域においては米の供給不足が生じているものと推定されるが、購売力がないため上述の余剰地域からこの地域へ商品として流れる量は極めて限られている。Hill, High Hill においては不安定な農業に依存し改善の努力をするよりも出稼ぎによって生活費の不足分をまかなうことの方が指向される。このように、ネパール農業の問題点の1つは低い購買力と貧しい輸送事情によって国内市場が分割されており、一方における余剰は他方の不足を充足し得ないという点である。

ネパール農業のもう1つの問題は、人口増加率が農業生産の増加率を上回り（国内総生産の伸び率を上回っている）、国民1人当り実質農業生産量が低下していることにある。このような人口圧力は段々畑農業をさらに山頂めがけて開拓させることになり、また同時に Terai 北部の丘陵地への不法入植を拡大させることとなっている。

Far-Western Terai 地区は、1960年代の前半まではマラリアのために人間の居住できない地域であったが、WHOの支援を得てマラリア撲滅に成功、現在では丘陵地帯からの開拓民受け入れが行なわれている。