No. 2

国際協力事業団

ジョルダン国
NEPCO

ジョルダン国
送配電網電力損失低減計画調査

最終報告書

平成9年5月

JICA LIBRARY
J 1135613[6]

東電設計株式会社

鉱調資
JR
97−123

国際協力事業団

ジョルダン国
NEPCO

ジョルダン国
送配電網電力損失低減計画調査

最終報告書

平成9年5月

東電設計株式会社

1135613(6)

序　文

日本国政府は、ジョルダン・ハシェミテ王国政府の要請に基づき、同国の送配電網電力損失低減計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成8年2月から平成9年3月までの間、4回にわたり東電設計株式会社の大河原邦夫氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はジョルダン・ハシェミテ王国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成9年5月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

1997年5月

国際協力事業団
総裁　藤田公郎殿

伝達状

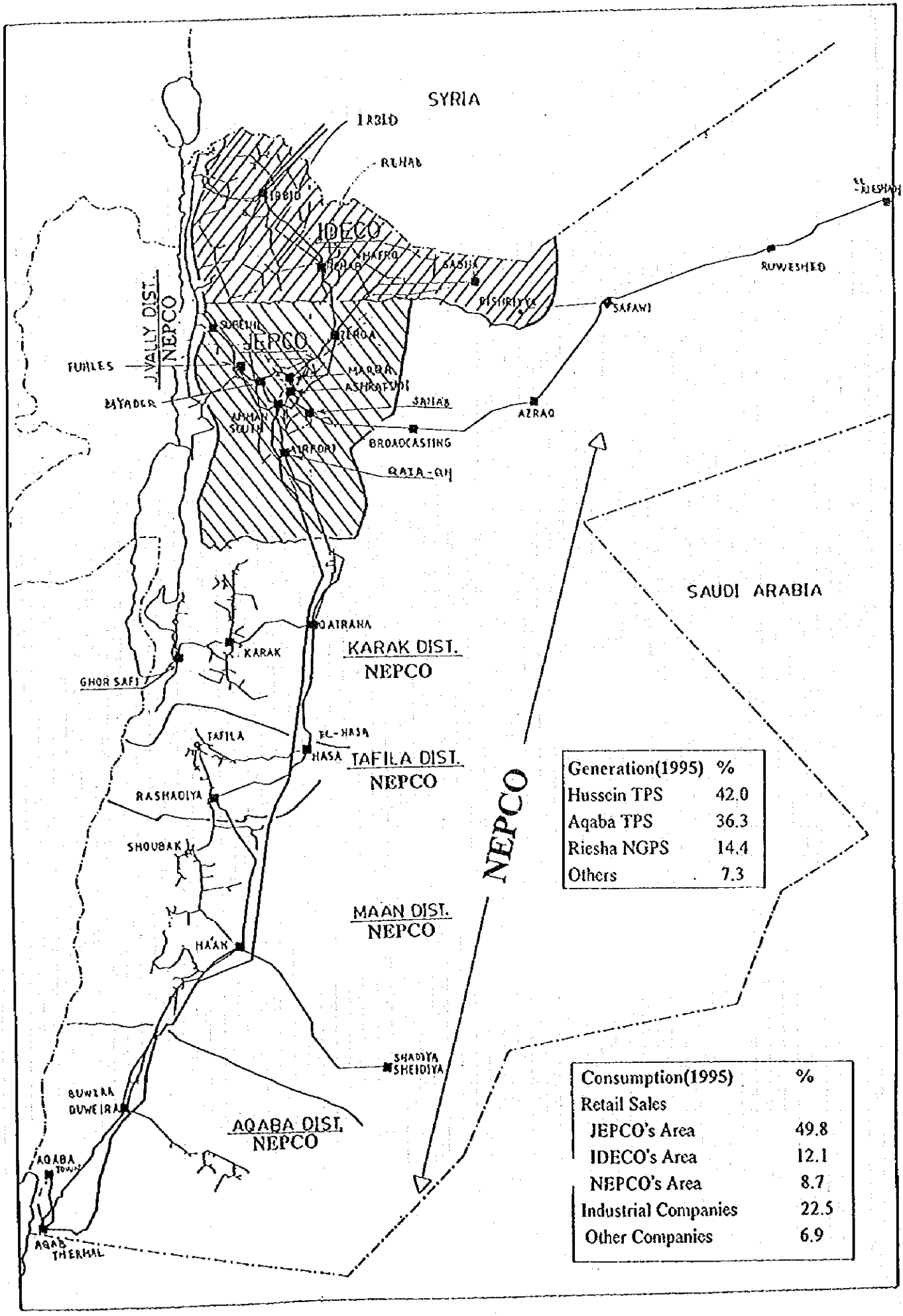
ジョルダン国送配電網電力損失低減計画に関する調査報告書を、ここに提出申し上げます。本報告書は日本政府関係諸官庁および貴事業団による本プロジェクトの実施計画、助言および示唆などから成り立っております。またジョルダンにおける本報告書原案に関する技術討議において、計画省および電力各社から表明された意見も反映させております。

本報告書はジョルダン国における送配電網の電力損失の低減に関する１０カ年のマスタープランを提示しております。本計画を実施に移すためには引き続いてフィージビリティ調査が必要でありますが、計画の実現により電力損失の低減に大きく寄与するものと存じます。

送配電網の電力損失低減によるエネルギー効率向上の緊要性、さらにはジョルダン国全体の社会経済発展の必要性に鑑み、私どもは是非ともジョルダン国政府が本計画の実現を最優先課題として採り上げられるよう希望するものであります。

この機会をお借りいたしまして、貴事業団、外務省、並びに通商産業省各位のご指導ご支援に心から感謝申し上げます。また、ジョルダン国政府計画省その他の関係諸機関各位から、私共の調査実施に際し戴きましたご協力ご支援に対し感謝申し上げたいと思います。

ジョルダン国　送配電網
電力損失低減計画調査団
団長　　大河原　邦夫



Generation(1995)	%
Hussein TPS	42.0
Aqaba TPS	36.3
Riesha NGPS	14.4
Others	7.3

Consumption(1995)	%
Retail Sales	
JEPCO's Area	49.8
IDECO's Area	12.1
NEPCO's Area	8.7
Industrial Companies	22.5
Other Companies	6.9

目　次

第４章　電力損失の現状

第５章　電力損失低減方策の検討

第６章　電力損失低減計画の策定

第７章　経済・財務評価

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

送配電網電力損失低減計画策定の概要

送配電網電力損失低減計画策定の概要

1　計画策定の流れ

(1)　ジョルダン全体の電力損失の現状

NEPCO のアニュアルレポートによると、1995 年のジョルダン電力系統の送電損失率および配電損失率は、それぞれ 2.0%、 7.4%で送配電損失率の合計は 9.4%であった。本調査において、配電損失率を低圧（LV）系損失と中圧（MV）系損失に分けるための LV 代表系統の計測と計算を行った結果、MV 系損失が 2.2%、LV 系損失が 5.2%であることが判った。 このことから、低減の対象となる送配電損失の大きな部分は配電系統、特に LV 系統で発生していることが判る。

(2)　検討の対象系統

損失低減対策は、経済的にメリットが見込めることを前提に調査の結果、送電線および変電所の損失低減は、経済的に成り立たないのでこれを除外し、ＭＶおよびＬＶ配電系統の損失低減対策に的をしぼって検討を行い、マスタープランとして提案することとした。

(3)　損失低減計画へのアプローチ

ジョルダン国内には、低圧配電線フィーダだけでも２万近いものがあるのですべてについて個別検討を行うのは全く不可能である。 そのため、サンプルを使った検討により、経済的に成り立つ損失低減対策が、全系の中にどれほど存在するか（ポテンシャル）の推定を行った。

まず、ＬＶ系統 81 フィーダ、ＭＶ系統 14 フィーダを“サンプル１”として選定し、これを調査団が提供したソフトウエアにより詳細な解析を行い、その結果をベースとして、フィーダの電流と損失低減・コストなどの関係を数式モデル化した。

次に、これを全系統に適用するため、ランダム方式により選定した全体の約 2%に相当する配電用変電所に接続されているＬＶフィーダ、および 33kV 系統全フィーダを“サンプル２”とし、これらの電流実績をベースとして、数式モデルにより全系統を対象にフィージブルな（ベネフィットがコストを上回る）対策工事のポテンシャルを推定した。

(4) 損失低減対策の優先順位

3種類の損失低減対策を下記の順位で実施する。

(a) ＬＶフィーダのアンバランス電流の低減は、損失低減に効果があるうえ、資金をほとんど必要としないので、これを最優先として実施する。

(b) キャパシタの設置による系統の力率改善は、投資効率が高い（B/Cが大きい）ので、軽負荷時に過補償にならない範囲で設置を進める。

(c) 上記2方策だけでは損失低減量が小さいので、これらを行なった上に立って線路新設対策を行うが、これについても原則としてB/Cの大きいものを優先する。

(5) 計画目標年度および年度展開

調査終了後2年の準備期間を置いて、1999年を初年度とし2008年までの10か年計画とした。 2008年の電力需要想定値をもとに対策を立て、(4)の優先順位に従って、工事量・工事費の均平化を考慮しながら年度展開を図った。

(6) 計画案の設定

(3)で求めた2008年における全系のポテンシャルは、損失低減94.1MW、エスカレーションなどを除いたネットコストは、6,357万JDとなる。 このポテンシャルをベースにAからEまでの五つの案を設定した。

2 計画の概要

五つの計画案の概要を次に示す。

案		A案	B案	C案	D案	E案
キャパシタ設置	容量(MVA)	191	191	191	191	191
LV線路新設	対象フィーダ数	1,533	1,989	2,599	3,881	6,248
MV線路新設	対象フィーダ数	0	7	15	22	40
対策コスト合計(1000JD 10年分)		20,000	30,000	40,000	50,000	63,570
電力損失低減(MW 2009年)		48.0	61.0	73.5	84.8	99.0
電力量損失低減率(% 総発電電力量比 2009年)		1.8	2.3	2.8	3.2	3.8
予想送配電損失率(% 総発電電力量比 2009年)	対策前 11.0%	9.2	8.7	8.2	7.8	7.2

なお、この表において、E案を実施した場合の損失率 7.2%は、事実上の最適損失率であると考えられる。

3 経済評価および財務分析

各案について経済評価および財務分析を実施した結果、いずれの案もフィージブルであるとの結果を得た。

各案の評価数値は次のとおり。

案		A案	B案	C案	D案	E案
Economic Evaluation	EIRR	24.91	20.08	17.80	16.45	15.04
	B/C	1.99	1.63	1.45	1.34	1.23
	B-C (1000JD)	11,155	10,687	10,195	9,604	8,142
Financial Evaluation	FIRR	15.73	12.80	11.36	10.33	9.27
	Net surplus (1000JD)	98,820	117,271	134,097	145,068	154,896

4 勧告

本件調査において提案された電力損失の低減計画は、グローバルに見て、資源の無駄使いを無くし環境汚染を減らすことのできる優れたプロジェクトである。 経済、財務という面からも、国の経済や電力会社の財務を改善できる優れた選択肢である。

五つの計画案のうち、E案はジョルダンの最適な損失率を実現する事が出来る案であり、5案の中で最大のネットベネフィットを生み出すことが出来る優れた案として、その採用を提言する。

計画実施に当たっての勧告事項は次のとおり。

(1) 三相アンバランス電流の改善は投資を必要としないので、外からの資金とは関係なく最優先で実施すること。

(2) 次に、LV系へのキャパシタ設置による力率改善は、百万JD以下の少額投資で実施できるので、自己資金あるいは国内金融機関からの融資によって実行すること。

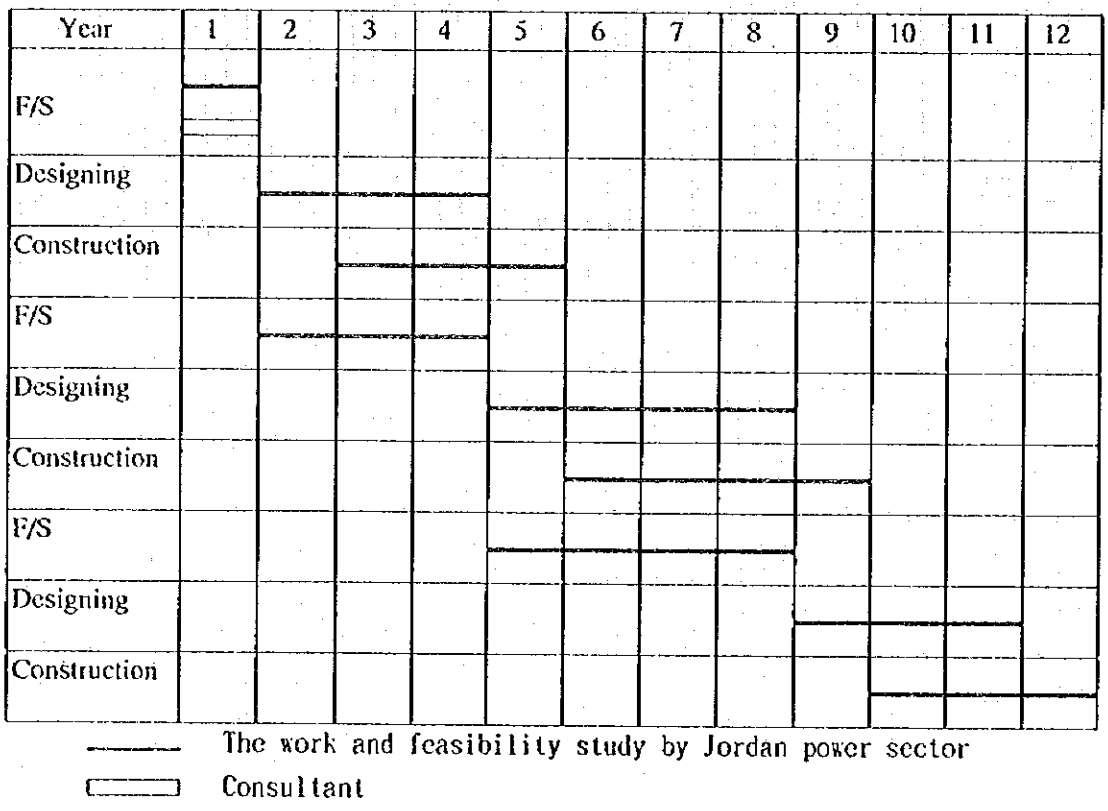
(3) 三相アンバランス電流の改善および力率改善だけでは損失低減の量は十分とはいえず、もし、これ以外に何もしなければ需要の増加によって損失率は確実に今より

増えてしまうであろう。　線路新設は、ジョルダンの電力損失低減を実現するために不可欠の対策であり、実施が望まれる。

この対策を実施するためには、大きな投資とフィージビリティスタディのための作業が必要となる。　その上、融資を海外金融機関から受けるための努力も必要である。

フィージビリティスタディと建設工事についての大まかな工程表を次に提案する。

Outline of Schedule for the Program



（4）　損失低減プログラムを円滑かつ効率的に実施するため、小容量キャパシタの開発と例えば多回線線路、大サイズ導体線路、あるいは多導体線路のような導電率の高い（電気抵抗の小さい）線路についての検討が望まれる。

第１章

序　　論

第１章　序論

1.1　調査の背景

ジョルダンの電気事業は、国営の電力会社: National Electric Power Co. 略称ＮＥＰＣＯ（1996年９月１日, Jordan Electricity Authority（ＪＥＡ）の名称および組織変更）が発送電の大部分を受持ち、私営の電力会社２社(Jordanian Electric Power Co.略称ＪＥＰＣＯおよび Irbid District Electricity Co. 略称ＩＤＥＣＯ）がＮＥＰＣＯの供給区域を除いた地域の配電を受け持っている。　両者ともＮＥＰＣＯから電力を購入し、需要家に供給している。　ＪＥＰＣＯの供給区域は、首都Amman 、Zarqa 地域、Balqa 地域、ＩＤＥＣＯの供給区域はIrbid およびMafraqの両地域である。

1995年末現在、ジョルダンの総発電設備容量は1,167.3 MWで、この内ＮＥＰＣＯの設備容量が1,048.8 MWで全体の約90％を占め、他は自家発・自治体が112.5MW 、ＩＤＥＣＯが６MWとなっている。　また、電源構成比は、石油火力（汽力）が60％、ガスタービンが31％、続いてディーゼルが９％である。　水力は１％にも達していない。　また、ごく僅か(300kW) 風力発電も行われている。　1995年に記録された最大電力はジョルダン全土で894 MW（ＮＥＰＣＯ系統内は対前年比 8.6％増の862 MW）である。

ジョルダンの電力消費量は、湾岸戦争の影響を受けた1991年に対前年比1.7 ％の微増に留まったものの一貫して堅調な伸びを示し、1995年の電力消費量は4,778 GWh と1986年の約２倍に拡大し、この間、年平均伸び率8.3 ％の高い伸びを示している。

ジョルダンにおける送配電損失率は、1986年から1995年までの10年間の平均で9.4 ％であった。　これを５年毎に置き換えると、前半５年には７％台の実績もあって平均が8.8 ％、後半５年の平均が10.1％というように、需要の増加に伴って損失率も増加の傾向が見られる。　現状の送配電損失率10％を他の諸国と比較した場合、これより高い国も多いが、低い国も多く、３グループに分けた場合は中位のグループに位置しているといえよう。　電力需要密度が日本のほぼ50分の１という条件を考慮すると、ジョルダンの送配電損失率が際立って大きいとは言えない。　しかし、1989年以降の送配電損失率は毎年10％前後を記録し、過去の７％台という実績と比べて３ポイント近く増加しており、今後も増加傾向にあるとすればその事の方が問題となろう。

電力損失を低減することは、将来におけるジョルダンのエネルギー消費の効率化、発電および電源開発低減につながる重要な課題である。　そのため本計画調査により電力損失の原因を究明し、その改善方法を提言し、更には電力関係者の訓練を通じて我国の技術を習得することが必要であるとして、本件開発調査の要請がなされたものである。

これを受けて、日本国政府は国際協力事業団（ＪＩＣＡ）を通じ、1995年７月に予備調査団を現地に派遣し、本プロジェクト実施に関する協議ならびに現地踏査および資料

収集を行い、本プロジェクトの実施方針の決定を行った。 1995年８月５日に、ＪＩＣＡ予備調査団とＪＥＡは「ジョルダン国電力損失低減調査に係わる Minutes of Meeting （M／M）」の合意に至った。 さらに、1995年11月に事前調査団を現地に派遣し、先方関係機関との更なる協議を経て、本格調査の内容および範囲の確認、調査の工程確認、調査手法の検討を実施した。 1995年11月26日に、ＪＩＣＡ事前調査団とＪＥＡは「ジョルダン国送配電網電力損失低減調査に係わる Scope of Work（S／W）および Minutes of Meeting （M／M）」の合意に至った。

これに基づき、日本国政府は、本計画について本格調査の実施を決定し、これをＪＩＣＡに委託した。

1.2 調査内容

1.2.1 調査の目的

本調査は、ジョルダンのエネルギー効率を向上させ、長期的な電力施設の節減に資するため、送配電網に係わる電力損失を合理的に達成可能なレベルまで低減するための対策の提言を行うこと。 併せて、本調査期間中に送配電網電力損失低減計画に係わる技術移転をジョルダン側カウンターパートに対し実施することを目的とする。

1.2.2 調査の範囲

調査対象地域は、ＮＥＰＣＯ、ＪＥＰＣＯ、およびＩＤＥＣＯの電力供給地域である。

調査の対象となる電力損失は、発電所の所内損失を除いた以下の技術的な電力損失である。

(1) 送電線（132kV ）の電力損失

(2) 変電所（132/33kV、33/11,6.6kV 、33,11,6.6/0.415kV ）の電力損失

(3) 配電システム（33、11、6.6 、0.415 kVの線路を含む）の電力損失

調査の種類は、上記調査対象地域における送配電網に係わる電力損失を合理的に達成可能なレベルまで低減するための調査とし、目標年は今後10年間とする。

1.2.3 調査項目

本調査の内容は、業務指示書に示されているとおりであり、その特徴とするところはＮＥＰＣＯ、ＪＥＰＣＯ、およびＩＤＥＣＯの送配電網の電力損失を低減するための10か年計画を策定するものである。

また、より幅広い対象者に技術移転を図ることを目的に、現地調査期間中３度にわたりジョルダンにおけるセミナーを開催した。　また、来日するＮＥＰＣＯ技術者に対する電力損失低減計画のフォロアップの要望があることから、カウンターパートへの技術移転についても重要な項目として取り上げた。

調査項目は以下のとおりである。

(a) 資料の収集分析・検討
(b) 現地調査
(c) 電力事情調査
(d) 電力系統の現状の分析
(e) 電力計測作業の実施
(f) 電力損失の明確化および要因分析
(g) 送配電コストおよび電力損失代価の見積り
(h) 電力損失モデルの開発
(i) 最適な電力損失低減計画の策定
(j) 経済・財務分析
(k) 資金手当の方法検討
(l) 技術移転

1.3　ジョルダンにおける調査団の活動および関係者

1.3.1 調査団の活動

1996年２月から1997年３月にかけて、ＪＩＣＡ調査団はジョルダンにおいて次の活動を実施した。

第１次現地調査：1996年２月24日～同年３月27日

・インセプションレポートの説明
・電力事情調査
・電力供給見積りの基礎データ収集
・電力損失明確化手法の検討
・計測作業工程の作成
・調達機材の仕様、数量、および調達方法の検討

第２次現地調査：1996年６月17日～同年10月15日

・計測作業の事前打合せ
・計測作業の実施
・電力損失明確化
・電力損失の要因分析
・損失低減計画最適化計算
・電力損失低減計画の選択肢の設定
・発電の長期限界コスト算出
・電力損失の評価基準の設定
・電力損失代価の見積り
・電力損失モデルの開発
・電力損失率の予測
・第１回セミナーの開催

第３次現地調査：1996年11月22日～同年12月20日

・インテリムレポートの説明・協議
・合理的な損失低減可能量の予測
・最適な電力損失低減計画の策定
・低減計画実施による損失率の見直し
・経済・財務分析
・資金手当の方法検討
・第２回セミナーの開催

第４次現地調査：1997年３月３日～同月17日

・ドラフトファイナルレポートの説明・協議
・ミニッツの作成
・第３回セミナーの開催

1.3.2 関係者リスト

本調査に参加したＮＥＰＣＯ、ＪＥＰＣＯ、およびＩＤＥＣＯの関係者、ならびにＪＩＣＡ調査団団員は、下記のとおりである。

Ministry of Planning

Mr. SALEM O. GHAWI	Assistant Secretary General
Mr. NAEL J.H. ALHAJAJ Ph. D	Head Officer- Bilateral Division

NEPCO

Mr. MOH'D ARAFEH	Director General
Mr. MOHAMMAD AZZAM	Chief Engineer Technical & Corporate Planning
Mr. NIAZI MUSA	Technical Planning Manager
Mr. MAJED QAWASEMEH	Chief Engineer Distribution Division
* Mr. ALI. Y. AL-ZUBI	Load Research & Management Section Head
* Mr. FALAH ABABNAH	Electric Planning Engineer
* Ms. REEM HAMDAN	Distribution Department Electrical Enginneer
* Ms. SUHA QOUSSOUS	Electric Planning Engineer
* Mr. KHALIL BADER	Electric Planning Engineer
Mr. ABV ZEID NABIL	National Control Center

JEPCO

Mr. MARWAN BUSHNAQ	Director General
Mr. JUDEH	Assistant Director General
Mr. REYAD KALIDY	Technical Department Manager
* Mr. ANWAR ELLAYAN	Electric Planning Engineer

IDECO

Mr. ABDEL RA'UF M. SHEIKH	Director General
Mr. S. OJAILAT	Planning Manager
Mr. AHMAD THAINAT	Area Manager
Mr. ABDULIAH JABER	Construction Manager
* Mr. JEHAD ROUSAN	Head of Planning Section
Mr. MAZEN MARJI	Head of Design Section
Mr. WALEID BATAYNEH	Head of Studies
Mr. ALI SHAMALI	Head of Meters

* 印は、Jordan側カウンターパート

ＪＩＣＡ調査団

大河原邦夫	総括／電力損失低減計画
中村　隆夫	最適化モデル
向井　捷洋	送配電設備
村上　達彦	電力計測
石塚　良昭	経済

国際協力事業団

星野　明彦	担当職員

1.4　機材の供与

本調査団は、第２次現地調査時にロードアナライザおよびクリップオンメーターの計測器をアンマンにて購入し、電力計測に活用した。　さらに、同時に、パーソナルコンピュータをアンマンにて購入し、電力損失計算、技術移転等に活用した。　なお、購入した計測器およびコンピュータは第４次現地調査の終了をもってＪＩＣＡからジョルダン側に供与した。

1.5　ソフトウエアの準備

本調査団は、東電設計が開発した電力損失計算ソフトウエアおよび電力損失低減対策を容易に算定できる解析ソフトウエアを、ジョルダンの電力系統の状況に適するように改修し本調査に使用した。　本ソフトウエアの使用にあたっては、調査団団員が使用方法を含めて解析ノウハウ等の技術移転を図った。　また、本ソフトウエアは、本調査が終了後もジョルダン側で使用できるように使用権を供与した。

1.6　カウンターパート研修

今回の調査期間中、ＮＥＰＣＯのカウンターパートに対する電力損失低減計画のフォローアップを目的として、インテリムレポート作成に参加することを主体に日本における研修を下記のとおり実施した。

(1) 氏　名：ALI YOUSIF MOH'D AL-ZUBI　（JICA負担）
　　期　間：自　1996年10月20日（29日間）
　　至　1996年11月17日

(2) 氏　名：FALAH QASEM AHMAD ABABNAH（JICA負担）

期　間：自　1996年10月20日（29日間）

至　1996年11月17日

1.7　セミナーの開催

今回の調査期間中、先方関係機関に技術移転を図る目的から、下記のとおり3回のセミナーをジョルダンにて開催した。

(1) 第1回セミナー

（1996年8月20日にＪＥＡ本社、1996年8月21日にＩＤＥＣＯ本社にて開催）

本調査の概要および電力損失解析モデル、経済評価についての説明、ならびに東京電力の設備概要および電力損失低減の推移の実例の紹介を項目として、第1回セミナーをＪＥＡ、ＩＤＥＣＯにてそれぞれ1日の日程で第2次現地調査に併せて開催した。

(2) 第2回セミナー

（1996年12月14日ＮＥＰＣＯ本社にて開催）

第2回セミナーをＮＥＰＣＯにて1日の日程で第3次現地調査に併せて開催し、インテリムレポートの内容、経済・財務分析についてケーススタディを行った結果の説明を行った。

(3) 第3回セミナー

（1997年3月12日ＮＥＰＣＯ本社にて開催）

第3回セミナーをＮＥＰＣＯにて1日の日程で第4次現地調査に併せて開催した。

第２章

ジョルダンの社会経済状況

第2章　ジョルダンの社会経済状況

2.1 一般

2.1.1 地理的状況および調査地域

ジョルダン国の英語による公式名称はHashemite Kingdom of Jordan(すなわち、「ジョルダン・ハシェミテ王国」)と表記する(以下、「ジョルダン」と記す)。 その首都はアンマンである。 国土の総面積は89,342km²であるが、これには国土の80%を占める砂漠地帯が含まれており、ジョルダン川を境として557km²の死海を含む。 ジョルダン河に沿って標高600mから1,000mの二つの山脈が国土を縦走している。 この二つの山脈に挟まれた海水面下マイナス200mから340mの地域は世界でも有数の大地溝帯を形成しており、ジョルダン渓谷と名づけられている。首都アンマンは東部高地に位置しており、その標高は900mから1,100mとなっている。 山岳地帯はその後背地がそのまま東部の砂漠地帯に連続している。 このジョルダンは一つだけアカバに海港(アカバ港)を有する。

2.1.2 政府組織および行政区分

国王および副国王のもと、王立法院、国王諮問公会、国会、政府内閣の4機関が置かれている。 内閣は首相が首班を務めており、その下にいくつかの省庁が置かれている。 Appendix 2.1に示したとおり、1996年現在、26省が機能している。 国営電力会社(NEPCO)(これまでジョルダン電力公社(JEA)と称していた)はそのうちの電力・天然資源省に属している。

ジョルダンは現在アンマン、ザルカ、バルカ、マダバ、マフラック、イルビッド、アジルン、ジェラッシュ、カラック、タフィラ、マアン、およびアカバの12の州(Governorate)よりなっている。 これらの州の下に20の県(district)があり、さらにその下に36の郡(sub-district)が置かれている。 この郡の下には支庁とも呼称されるべき52のナヒアス(nahias)なる行政単位がある。 最小行政単位は市部(city)、街区(town)、村(village)と呼称されている。

2.1.3 会計年度

ジョルダンは12月31日で終了する1年を会計年度として採用している。 したがって、本調査報告書で用いる会計年度は、別に特記しない限り、暦年と同じ1月1日に始まり12月31日に終わる1年である。

2.2 人口および労働力

2.2.1 人口

ジョルダンは1994年に人口・居宅センサスを行った。 その最終報告書は1996年現在まだ公表されていないが、その暫定報告書が公になっている。 このセンサスに基づく統計データおよびセンサスの結果を取りまとめている統計局の情報によると、1994年時点のジョルダンの総人口は413万4,500万人で、人口密度は1km²当たり46人となっている。その概要を下表に示す。

Table 2.2-1 Area and Population by Governoarate

州別	面積	人口	所帯数(HHs)		1994年現在 人口密度
			所帯数	所帯規模	
	(km²)	(人)	(HHs)	(人/HH)	(人/km²)
アンマン	8,231	1,574,809	279,701	5.63	191
バルカ	1,076	280,537	43,618	6.43	261
ザルカ	4,080	640,094	100,713	6.36	157
マダバ	2,008	103,183	16,400	6.29	51
イルビッド	1,621	747,179	118,472	6.31	461
マフラック	26,435	178,856	24,974	7.16	7
アジルン	412	94,548	14,853	6.37	229
ジェラッシュ	402	123,190	18,721	6.58	306
カラック	3,217	169,770	26,333	6.45	53
タフィラ	2,114	62,783	9,585	6.55	30
マアン	33,163	79,670	12,149	6.56	2
アカバ	6,583	79,839	13,740	5.81	12
合計	89,342	4,134,458	679,259	6.09	46

出典:Statistical Year Book 1994 and information by Department of Statistics.

上表に見るとおり、所帯総数は約67万9,000所帯で、平均所帯規模は1所帯当たり6.1人となっている。 詳細はAppendix 2.2に示した。1980年時点の総人口が221万5,000人であったことを考えれば、Appendix 2.3に示すとおり、それ以降の年当たり上昇率は4.49%ときわめて高いものであることがわかる。

2.2.2 労働力

現在の労働力は約85万9,000人で、そのうちの51%に相当する労働力が経済活動的には何らかの形で社会サービスもしくは行政的な部門に従事している。 生産活動に従事しているその他の労働力割合のうち、もっとも高いのが商業活動で全労働人口に対する割

合が15%となっている。 2番目が鉱業および製造業関係で11%、3番目が建設業関係で7%と続く。

農業関係に従事する労働力の全労働力に対する割合は6%ときわめて低く、5番目となっているが、これは同国の地理的条件を反映しているものとみることができる。 すでに述べたように国土の80%を砂漠が占めており、耕作可能地域はジョルダン渓谷に限られているのである。

以上、ジョルダンの労働力の経済活動別職業別の詳細をAppendix 2.4に示した。

2.3 一般経済状況

2.3.1 国内総生産

1989年以降5年間のジョルダンの国内総生産を市場価格、1985年固定価格別にAppendix 2.5に示した。 下表にその概要を示す。

Table 2.3-1 Summary of GDP

1993年(Million JDs.)

No.	経済活動別	市場価格 GDP	市場価格 寄与率 (%)	市場価格 年当り成長率 (%)	1985年固定価格 GDP	1985年固定価格 寄与率 (%)	1985年固定価格 年当り成長率 (%)
1	農業、狩猟、林業、漁業	193.3	5.07%	8.44%	154.3	6.46%	5.53%
2	鉱業	106.9	2.80%	-8.80%	47.4	1.99%	-11.54%
3	製造業	427.3	11.21%	13.81%	261.9	10.97%	6.39%
4	電力/水道事業	78.7	2.06%	10.55%	67.1	2.81%	-0.84%
5	建設業	283.7	7.44%	29.30%	174.1	7.29%	19.25%
6	卸/小売業、レストラン・ホテル業	317.2	8.32%	15.10%	82.4	3.45%	1.68%
7	輸送業、倉庫業、通信関係	487.1	12.78%	7.92%	289.9	12.14%	0.88%
8	金融業、保険業、不動産業、役務サービス	622.7	16.34%	10.76%	440.9	18.47	4.92%
9	地域社会サービス、個人相談業	88.8	2.33%	18.13%	50.6	2.12%	14.15%
10	非営利事業	675.3	17.72%	11.13%	486.4	20.37%	5.72%
	計	3,281.0	86.08%	10.95%	2,055.0	86.08%	4.48%
-	マイナス:銀行帰属費	-66.4	-1.74%	4.68%	-41.6	-1.74%	-1.45%
	要素費用におけるGDP	3,214.6	84.34%	11.10%	2,013.4	84.34%	4.62
+	間接税マイナス助成金	596.8	15.66%	22.79%	373.8	15.66%	15.63
	生産者価格におけるGDP	3,811.4	100.0%	12.59%	2,387.2	100.0%	6.02%

出典:Statistic Yearbook 1994, Department of Statistics of the Hashemite Kingdom of Jordan, October 1995.

上表によると、金融業、保険業、不動産業、役務サービスの部門がGDPに対する市場価格における寄与率16.3%、1985年固定価格におけるそれが18.5%となっており、もっとも寄与率が高い。 一方、2番目に寄与率の高いのが輸送業、倉庫業、通信関係の部門で、市場価格で12.8%、1985年固定価格で12.1%となっている。 市場価格、1985年固定価格のいずれの場合でも、製造業の部門は3番目、建設業の部門は5番目となっている。

2.3.2 国家財政

1990年度および1994年度におけるジョルダンの国家財政はAppendix 2.6に示すように歳入面でそれぞれ9億3,800万ディナールおよび20億9,900万ディナール、歳出面でそれぞれ10億3,300万ディナールおよび14億3,700万ディナールとなっており、その伸び率は歳入面で22.30%、歳出面で8.61%であった。 その概要を下表に示す。 1990年度から1994年度までの4年間で歳出に比べて歳入の伸びがきわめて高かったことがわかる。 中でも上述のAppendix 2.6に示すように、間接税、特に許認可料収入の伸びが著しい。

Table 2.3-2 Government Finance

(Million JDs.)

歳入/歳出別	1990年度	1994年度	年平均伸び率(%)
歳入	938.2	2,098.7	22.30
歳出	1032.6	1,437.1	8.61
黒字/赤字	-94.4	661.6	-

出典:Statistic Yearbook 1994, Department of Statistics.

2.3.3 外国貿易および国際収支

Appendix 2.7に示すように、1967年から1994年にかけてのジョルダンの貿易実績は、輸出で1,132万7,000ディナールから9億9,518万1,000ディナールへ、また輸入で5,504万8,000ディナールから23億6,258万3,000ディナールへと大きく伸びてきている。 しかし、この数字が示すように、ジョルダンは一貫して貿易赤字を示しており、輸入が輸出を上回っている。

その一方、国際収支については、Appendix 2.8が示すように、資本勘定がもっとも高い値を示した1991年以降の4年間で大きく減少してきており、1990年からの5年間だけでも国際収支は大きな変動を見せている。 キャッシュベースの国際収支の概要を下表に示す。

Table 2.3-3 International Balance of Payment in Cash Base

(Million JDs.)

勘定	1990年度		1991年度		1992年度		1993年度		1994年度	
	貸方	借方	貸方	借方	貸方	借方	貸方	借方	貸方	借方
純流動勘定		148.2		269.0		520.6		325.0		176.2
純資本勘定	353.9		733.2		483.7		106.6		204.6	
収支	205.7		464.2			36.9		218.4	28.4	

出典:Monthly Statistical Bulletin Vol.31 No.12, Central Bank of Jordan.

また、広義の経済活動分野別の総輸出入の額を示したのがAppendix 2.9であるが、その概要を下表に示す。

Table 2.3-4 Exports and Imports in Jordan

(Million JDs.)

輸出入の別	1990年度	1991年度	1992年度	1993年度	1994年度	年伸び率(%)
輸出額	706	768	830	864	994	8.93
輸入額	1,726	1,712	2,215	2,456	2,364	8.18
輸出入収支	-1,020	-944	-1,385	-1,592	-1,370	-

出典:Monthly Statistical Bulletin Vol.31 No.12, Centra; Bank of Jordan.

輸出の中では1990年以降、化学製品が常に26%以上のシェアを維持して最大の輸出額を示している。 2番目が燃料を除く非食品原材料で同期間中21%のシェアを維持している。 3番目が食品と畜獣類で、やはりこの期間中9%を維持している。 主な輸出品目は原材料部門に含まれる燐灰岩、カリ、化学製品部門に含まれる薬品類、肥料等で、Appendix 2.9に示すように、1994年度においてはこれらだけでそれぞれ全輸出額の9%を占めている。

一方、1994年度現在輸入額のもっとも多かったのが機械・輸送機器で全輸入額の25%以上を占めた。 2番目が製造品類の分野で1994年度においては18%を占めている。 そして3番目が食品・畜獣部門で1994年度の総輸入額の17%を占めた。 主な輸入品目は、機械・輸送機器部門に属する電気機器および非電気機器と輸送機器、ならびにそれらのスペアパーツで、上述のAppendix 2.9に示すように、1994年時点、それぞれ全輸入額の15%、10%を占めている。

2.4 産業

2.4.1 社会経済状況

前項で述べたとおり、ジョルダンでは労働力の50%以上が労務者で、そのほとんどが地域社会サービスや何らかの行政サービス部門に従事しており、Appendix 2.5が示すようにジョルダン全体の1985年固定価格によるGDPに占める割合の高いのは産業別に寄与率19%の公共サービス部門、寄与率18%の金融業・保険業・不動産業・役務サービス部門、

寄与率12%を占める輸送業・倉庫業・通信部門、および寄与率11%を占める製造業部門などである。

国際貿易の観点から見ると、上述のように薬品や肥料等に代表される化学製品部門が全輸出額の26%以上を占め、また燐灰岩、カリ等に代表される原材料部門が同じく21%以上を占めている。 この２部門だけで全輸出額の半分近くを占めているのである。

一方、機械・輸送機器部門および製造業部門の両部門で全輸入額の40%以上を占めている。 そして、1967年以降の27年間、例外なく輸入が輸出を上回っている。

さらに、ジョルダン国内で耕作可能な地域はジョルダン渓谷地域だけである。 以上の状況を考えると、ジョルダンのほとんどすべての国民の経済活動は、まさに鉱業・製造業に頼らざるを得ないし、実際に頼っているのだということがわかる。

2.4.2 工業生産

Appendix 2.10に示すように、鉱業に属する燐灰岩、カリの生産は1991年度にそれぞれ446万1,000トン、136万4,000トン、1995年度にそれぞれ498万4,000トン、178万トンと各々年当たり伸び率2.81%、6.88%を示している。

製造業においては、繊維製品が1991年度に108万4千ヤード、1995年度に174万5千ヤードで年当たり伸び率12.64%となっている。 製造業部門以外では、石油製品の生産量の伸び率がその他のものに比較して高く、1991年度の生産量が230万7,000トン、1995年度の生産量が310万1,000トンと、年当たり伸び率7.67%を示している。 セメントの生産量も割合高く、1991年度に275万2,000トン、1995年度に316万2,000トンと年当たり伸び率3.45%となっている。 また、肥料の生産量も高い伸びを示しており、1991年度の60万2,000トンから1995年度の72万9,000トンにと、年当たり伸び率4.90%で推移してきている。

2.4.3 農業生産

すでに再三述べたように、ジョルダンの耕作可能地域はジョルダン渓谷地域のみである。 この地域を利用して人々は畑作物、野菜類、果実などの栽培を行っている。 しかしながら、近年の６年間、それらの生産量は減産の一途をたどっており、特に人々の主食であるパンの主原料の小麦の生産量が大きく減少しているのは注目しなければならない。

1988年時点、小麦、大麦、タバコ、ヒラマメの生産量はそれぞれ7万8,800トン、4万4,900トン、3,700トン、6,500トンであったが、1994年時点になるとそれらはそれぞれ4万6,900トン、2万7,400トン、1,500トン、1,400トンにとどまり、減産率がそれぞれ12.17%、11.62%、20.21%、31.38%となっている。

野菜類では、トマト、カリフラワーおよびキャベツ、メロン等の生産が伸びており、1988年時点の生産量がそれぞれ21万8,700トン、3万3,600トン、8万7,000トンであったものが、1994年には43万8,700トン、5万1,800トン、14万5,200トンと、各々年率19.01%、11.43%、13.66%の割合で伸びてきている。 しかしながら、ナス、キュウリ等はそれぞれ1988年度の生産量7万2,900トン、6万8,000トンから1994年度の3万7,900トン、3万5,100トンへと、各々年率15.09%、15.24%の割合で減少してきている。

一方、4種の果樹のうち、バナナについては1988年度の生産量3万3,300トンから1994年度の2万4,700トンにと、年率7.20%の割合で減少してきている。 オリーブ、ブドウ、ミカン類等その他の果樹については、それぞれ1988年時点の生産量7万800トン、2万1,500トン、10万1,300トンから、1994年時点の9万4,100トン、2万6,400トン、15万700トンへと、各々年率7.37%、5.27%、10.44%の割合で増加してきている。

畜産量については、赤肉(牛肉、羊肉)が1988年度の生産量8,300トンから1994年度の1万6,100トンへと年率18.01%の割合で、鳥肉が1988年度の6万8,000トンから1994年度の9万4,000トンへと年率8.43%の割合で、牛乳が1988年度の6万6,400トンから1994年度の15万1,400トンへと年率22.88%の割合で、鶏卵が1988年度の3億8,000万個から1994年度の8億7,100万個へと年率23.04%の割合で、4種とも生産量が増加してきている。

2.4.4 国内全体の産業状況

Appendix 2.12は、法人登録済みの企業数とその正規従業員数および関連事項について産業別に示したものである。 この表に見るとおり、産業部門は25の経済活動分野からなっている。 その内容は、鉱業、食糧製造業、飲料産業、タバコ製造業、繊維製品製造業、履き物類を除く衣料品製造業、皮革製品製造業、加硫・成形ゴムもしくはプラスチック製品を除く履き物製造業、家具・木工品製造業、製紙・紙製品製造業、印刷・出版・関連事業、化学・化学製品製造業、石油精製業、ゴム製品製造業、プラスチック製品製造業等、非鉄金属製品製造業、基礎鉄鋼産業、機械・器具を除く鉄鋼加工業、電気製品以外の機械類製造業、電気機器製造業、輸送機器製造業、専門的な科学製品製造業、計測・制御機器その他の製造業、電力産業、工業役務となっている。 下表はその概要を示したものである。

Table 2.4-1 Industrial Situation in Jordan

1993年現在

正規従業員数			企業数	合計付加価値額	原材料調達額	粗生産額
女子従業員 (人)	男子従業員 (人)	計 (人)	(社)	(1,000JDs.)	(1,000JDs.)	(1,000JDs.)
5,747	102,599	108,346	18,980	766,817	1,523,475	2,290,292

出典:Statistical Yearbook 1994, Department of Statistics.

上表によると、1993年度の産業部門への女子の就業率は全従業員数に対して5.3%となっている。

Appendix 2.12は、多くの企業を含む産業分野を示したものであるが、これによると企業数の多いものでは食糧製造業が2,172社、履き物を除く衣料品製造業が1,536社、家具・木工品製造業が2,808社、非鉄金属工業が1,740社、機械・器具を除く鉄鋼加工業が2,299社、工業役務が6,997社となっている。

しかしながら、必ずしもこの企業の数が経済活動の能力を反映するものではない。粗生産額を経済活動の実態を表す一つの指標とすると、1億ディナール以上の生産額を生み出した企業は、鉱業部門が125社で総生産額が2億4,100万ディナール、食糧製造業が2,172社で2億1,800万ディナール、化学および化学製品製造業が115社で4億100万ディナール、石油精製業が1社で3億7,400万ディナール、非鉄金属工業が1,740社で2億1,800万ディナールおよび電力産業が3社で1億3,500万ディナールとなっている。

すでに述べたGDPは、明らかにこれら産業部門の経済活動のうちでも特に鉱業、製造業のそれを反映していることがわかる。ここで２番目の粗生産額を示している石油精製業の1社は国営企業である。

上記の電力産業の3社とは国営電力会社(NEPCO)(これまでジョルダン電力公社(JEA)と称していた)、イルビッド地区電力会社(IDECO)およびジョルダン電力会社(JEPCO)の3社からなっている。このうちNEPCOは国営企業である。これらの電力産業もかなり多くの粗生産額を上げている。その実際の活動については次章で詳述する。

2.4.5 ジョルダンの社会基盤

ジョルダンには1994年現在、総延長6,856kmの道路がある。統計資料によれば、その内訳は高速道路が2,820km、二次幹線道路が1,899km、地方道が2,137kmとなっている(Appendix 2.13参照)。

ジョルダンはアカバに海港を一つ持っている。1994年度における貨物の総取り扱い量および船舶数はそれぞれ1,057万2,000トン、2,486隻となっている。

ジョルダンはまた、アンマンに国際空港を一つ、アカバとアンマンにそれぞれローカル空港を一つずつ持っている。ジョルダン航空会社による1994年度の輸送人員および輸送貨物の総量は、それぞれ122万2,000人、5万4,584トンとなっている。

ジョルダン全土の郵便、通信関係の施設は総数で1994年現在946施設ある。その内訳は、郵便業務代行窓口が424、簡易郵便局(カウンターのみ)が12、電話局が3局、地方郵便局が42、各地域の中央郵便局が430、電話加入者サービス事務所が35となっている。

ジョルダンのホテルは、上級ホテル(等級別ホテル)と普通ホテルの二つに分類されている。 1994年現在、ジョルダン全土に上級ホテルが129店、普通ホテルが133店ある。前者のベッド数が合計で1万3,719台、後者のそれが3,670台となっている。 それらホテルのほとんどは首都のアンマンに集中しているが、いくつか考古学的な遺跡などを有する地方都市にも散在している。 ジョルダンにはそうした遺跡が数多くある。

2.5 開発計画の方針と目標

ジョルダンは、現在、「1993年－1997年経済社会開発計画」の期間中にある。 同計画中のさまざまな方針ならびに目標は、以下の事項を達成することである。 すなわち、

1. 継続維持可能な成長を促すような条件を創生する;
2. 財政的な、また金融的な安定性を確保し、生産や物価の歪みを排除し、国内預貯金を振興し、適切な民間投資を保護する;
3. 特に、一般予算と実際の収支との経済的な隔たりをできるだけ狭くすることによって、完全な自給自足を達成する;
4. 生産の基盤を創生し、輸出に対する高い競争力を生み出すような所得と開発の多様化と拡充を図る;
5. 社会階層や地理的な条件による格差を是正し、雇用機会均等化を確保し、貧困に対する挑戦を行い、すべての国民に対する国としての基本的な社会保障を確立する;
6. すべての国民の能力を強化し、先端的な教育研修システムを通じて国民に対する、あるいは民族的な仕事に対する自発的精神を発揚し、技術的な、また職業的な教育指導を拡充する;
7. 個々の自発的な精神をベースとして自ら自営し得べく、国民が各種事業に積極的に投資できるような適切な条件を創生する;
8. 人間に対してはもとより、植物相・動物相等あらゆるものが健康に、かつ健全に生存できるような手段を講じて、限りある資源を枯渇させないよう、また土壌の侵食、砂漠化、汚染等をチェックして、経済活動や人間の活動による環境とその構成要素の破壊を防除する;
9. 政策決定に対して広く参加できるようにし、その責任を果たす。

上記の事項を達成するため、同計画では以下のような枠組みを設定している。 すなわち、

1. 著しい人口成長率にも十分対応できる経済成長率を実現する観点から、これを凌駕するような1991年固定価格で実質6%のGDPの伸び率を達成する。　これは一人当たりの実質GDPを約3%引き上げることになる。
2. 構造的格差を是正し、財政的金融的安定性を達成する観点から;

(a) グラントを除く予算の対GDP欠損額漸減傾向を1997年度までに3%以上にならないようにする。
(b) 1997年度までに流動勘定の欠損額をなくす。
(c) 1997年度までに対GDP対外債務比を100%を超えない水準まで抑えるようにする。
(d) 1997年度までに割賦償還金額(長期借入金の金利支払金および元本償却用積立金として年々計上する充当金の総額、年間元利金支払額)の物資・役務輸出に占める割合を25%を超えない水準に抑えるようにする。
(e) 本開発計画期間完了までに対GDPの消費割合を89%を超えない水準まで抑えるようにする。.
(f) 年間インフレ率を4%から5%の範囲で維持する。

3. バランスの取れた社会開発を実現する観点から

国内の社会的情勢としてはこれまでも経済開発の成功に向けておおむね意欲的であった。　そこで同計画は貧困をなくし失業者を減らし、また社会保障の質を向上し、これを改良すること、さらに地域間の格差を是正することが重要であると述べている。　計画では、それらの社会的な目標事項として以下のことを掲げている。　すなわち、

(a) 継続維持可能な22万4,100件の新規の雇用機会を生み出して、失業率を9.6%まで抑える。
(b) 公共部門の投資事業を社会保障分野に集中させ、地域間の配分の不均衡を解消したり、貧富の差による不公平を解消するなどして、それらの保障サービスを広く各地にまで拡大する。
(c) 社会開発計画期間中に、一般社会部門の投資に対する財政的金融的措置を講じて、教育水準、保健衛生の水準、住宅の水準、あるいはその他の社会保障サービスの水準を引き上げる。　全体的な達成事項としては、平均余命を67歳から69歳まで引き上げ、幼児の死亡率を1,000分の25まで引き下げ、5歳以下の幼児の死亡数を1,000人中30人までに抑え、電化率を全人口に対する現行の98%か

ら100%を1997年までに実現し、下水排水設備を現行の55%から65%にまでこの期間中に引き上げる。

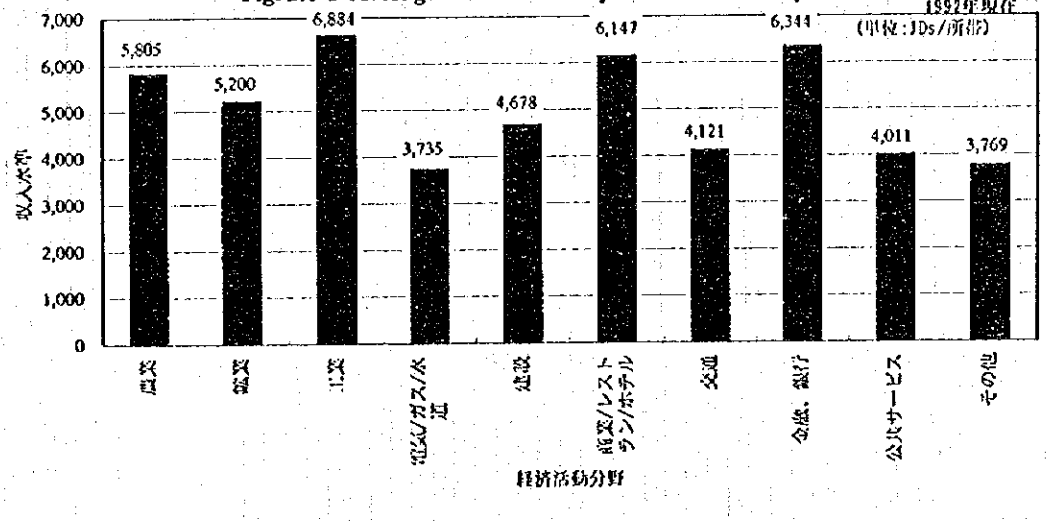
(d) 低所得者層、特に非開発地区を対象とした可所得小規模産業振興政策を採択して短期的に貧困層の低減を図り、1997年度までに一人当たり年平均消費額を1991年固定価格で787ディナールまで引き上げる。

(e) 7万2,800人規模の研修対象者に教育研修を行い、経済開発によって生み出される職域に必要な技術水準を身に付けさせて再就職させ、それによって非ジョルダン人に頼っている労力をジョルダン人に振り向けると同時に、1997年度までに中学校卒業者の40%に対して技術教育を受けさせるようにする。

2.6 家計経済

Appendix 2.14は、統計局が行った「1992年度家計収入・支出調査」に基づく経済活動分野別の1992年時点の1所帯当たりの家計収入を示したものである。 それによると、ジョルダンの家計収入は下記図Fig.2.6-1のように図示できる。

Fig. 2.6-1 Average Income Level by Economic Activity

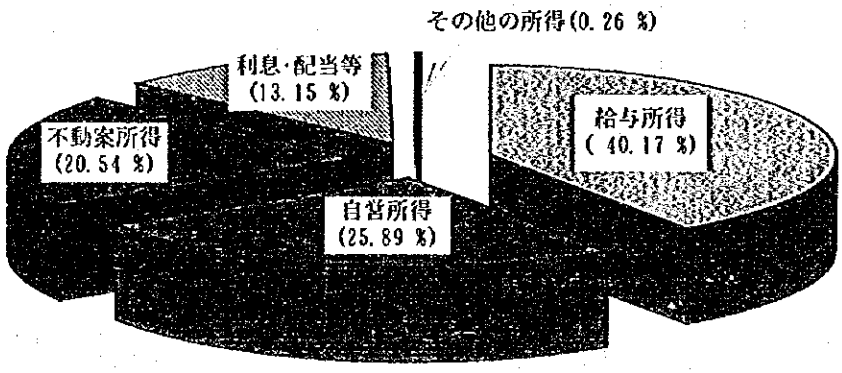


上図に示すとおり、もっとも所得の高い所帯は工業に従事している所帯である。 2番目が金融業・銀行業、3番目が商業・レストラン・ホテル業関係に従事する所帯で、それぞれ6,884ディナール、6,344ディナール、6,147ディナールとなっている。 この所得状況は、これまで述べてきたようなジョルダンの産業状況を反映しているように思われる。 1992年時点の一所帯当たりの年平均所得は、4,607ディナールとなる。

この調査によれば、上記の所得は(1)雇用による給与所得、(2)自営部分からの所得、(3)不動産所得、(4)その他利息、配当等、(5)その他の所得からなっている。　また雇用による給与所得は現金給与と食糧、居宅、衣料品類等の現物給与とからなっている。

上記の一所帯当たりの年平均所得4,607ディナールに対するその収入源別の内訳は下図に示すようになっている。

Fig. 2.6-2 Share Rate of Income by Source



金額的には、給与所得、自営所得、不動産所得、利息・配当、その他の所得はそれぞれ1,851ディナール、1,193ディナール、946ディナール、606ディナール、12ディナールとなっている。　また給与所得の内訳は現金給与が1,828ディナール (98.8%)となっている。その残りが食糧、居宅、衣料品類等の現物給与である。

山間部と都市部を比較すると、上述の一所帯当たり年平均所得4,607ディナールは山間部が3,352ディナール、都市部が4,898ディナールとなっている。州別に見ると、それぞれアンマンが5,795ディナール、イルビッドが3,966ディナール、ザルカが4,003ディナール、バルカが4,203ディナール、マフラックが2,997ディナール、カラックが2,648ディナール、マアンが4,355ディナール、タフィラが2,899ディナールとなっている。

同じく上記の調査に基づいた家計支出の状況をAppendix 2.15に示した。　この調査では家計支出についてはまず穀類としての食糧と飲料およびタバコとして16品目、すなわち肉類と家禽類、魚と海産品、酪農製品と鶏卵、脂肪類、野菜類、乾燥したもしくは缶詰の豆類、香辛料、ナッツ類、砂糖および甘味類、紅茶・コーヒー・ココアの類、飲料、タバコと葉巻の類等に分類している。

またその他の消費物資として17品目、すなわちレディメードの紳士衣料品類、レディメードの女性用衣料品、子供用衣料品、被服および仕立て代等の支出、履き物類、住宅および住宅関連支出、燃料/電気/水道料金等、家具類、家屋用器具備品の類、その他の家庭用品、清掃用具、交通費、教育費、医療・医薬品等、個人の嗜好品、レクリエーシ

ョン、その他の支出等と分類している。　下記Table 2.6-1はその概要を示したものである。

Table 2.6-1　Average Annual Household Expenditure and Its Share Rate by Item

1992年現在

グループ別 支出項目	食糧、 飲料、 タバコ類	被服費	住宅及び 関連支出	燃料、 電気、 水道料金	家具類	交通費	交通費	医療費	その他	計
支出額(JDs)	1,856	373	72	229	278	510	160	102	342	3,920
支出割合(%)	47.35%	9.52%	1.84%	5.84%	7.09%	13.01%	4.08%	2.60%	8.72%	100%

出典：Household Expenditure and Income Survey 1992, Department of Statistics.
注 1：食糧、飲料、タバコ類は16品目を一括した。
　 2：被服費には衣料費の他履き物類の費用も含む。
　 3：家具類には家具調度、備品その他の家庭用品、清掃用具を含む。
　 4：その他には個人の嗜好品、レクリエーション、その他の支出を含む。

所得額(4,607ディナール)および支出額(3,920ディナール)の差額687ディナールは食糧費や医療費の予備金あるいはさらに残れば預貯金にまわすものと考えられる。

上表に見るとおり、1992年時点においては全支出に対する食糧の割合が47%を占めている。　先進国における通常の食糧費支出割合(つまりエンゲル係数)が30%前後であることを考えれば、この割合はきわめて高いことがわかる。

燃料、電気、水道料金の全支出に対する割合は上表の通り5.84%である。　JEAの電力統計に基づく一般顧客一戸当たりの平均電力支出は160ディナールなので、上述の燃料、電気、水道料金の支出合計の約70%が電気料金である。　つまり電気料金の全支出に対する割合は4.08%ということになる。

一所帯当たりの年平均支出の詳細については州別にAppendix 2.15に示した。

2.7　物価

2.7.1　消費物価

Appendix 2.16 (A)は1991年以降のジョルダンにおける消費物価指標を示したものである。　下表にその概要を示す。

Table 2.7-1　Cost of Living Index in Jordan

年次	一般	食品	被服/履き物	住宅	その他の物資/役務
1991	96.2	97.1	92.1	96.2	96.7
1992	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1993	103.3	101.9	105.8	106.3	101.5
1994	107.0	107.9	109.9	108.6	102.6
1995	109.5	110.4	117.9	111.4	102.9
年平均上昇率 (%)	3.29 %	3.26 %	6.37 %	3.74 %	1.57 %

出典 : Monthly Statistical Bulletin Vol.32 No.6, Central Bank of Jordan.

上表によれば一般項目における1991年から1995年までの物価の年平均上昇率は3.29%となっている。　その他の項目における物価の上昇率も一般項目に比べて、被服費を除いては、さほどかけ離れて高いということはない。

ジョルダン政府は主食であるパンの価格を統制しているが、過去10年間、ジョルダン産の小麦を用いたものが1kg当たり85フィルズ(JDs.0.085)、ジョルダン産と輸入小麦とを混合して用いたものが1kg当たり120フィルズ(JDs.0.120)、100%輸入小麦を用いたものが1kg当たり150フィルズ(JDs.0.150)であった。　1996年8月13日、政府はこれをそれぞれ1kg当たり180フィルズ、220フィルズ、250フィルズと引き上げると発表した。　その価格の引き上げ率は平均して約2倍にもなる。　ジョルダンの主要穀物は小麦で、国民はパン食に依存して暮らしているのである。ジョルダン国民はパン購入に関して国からの助成を受けているが、そうだとしてもこのパンの価格の引き上げはその他の諸物価にも影響を及ぼすのは必至と思われるので、これはいずれ国民の暮らしを圧迫することになるだろうと思われる。

2.7.2　為替変動

1991年から1995年までの対米ドル、対日本円の為替変動の状況をAppendix 2.16 (B)に示した。　下記にその概要を示す。

Table 2.7-2　Exchange Rates with US Dollars and Japanese Yen

(J.Fils, 中央値)

年別	米ドル	日本円(¥100)
1991	680.9	506.4
1992	679.8	537.4
1993	692.9	625.0
1994	698.8	684.5
1995	700.8	749.1
June 1996	709.0	651.0
JDs相場の年平均低下率 (%)	0.72 %	10.28 %

出典 : Monthly Statistical Bulletin Vol.32 No.6, Central Bank of Jordan.

第３章

ジョルダンの電力事情

第3章　ジョルダンの電力事情

3.1　ジョルダンの電力事業の企業形態

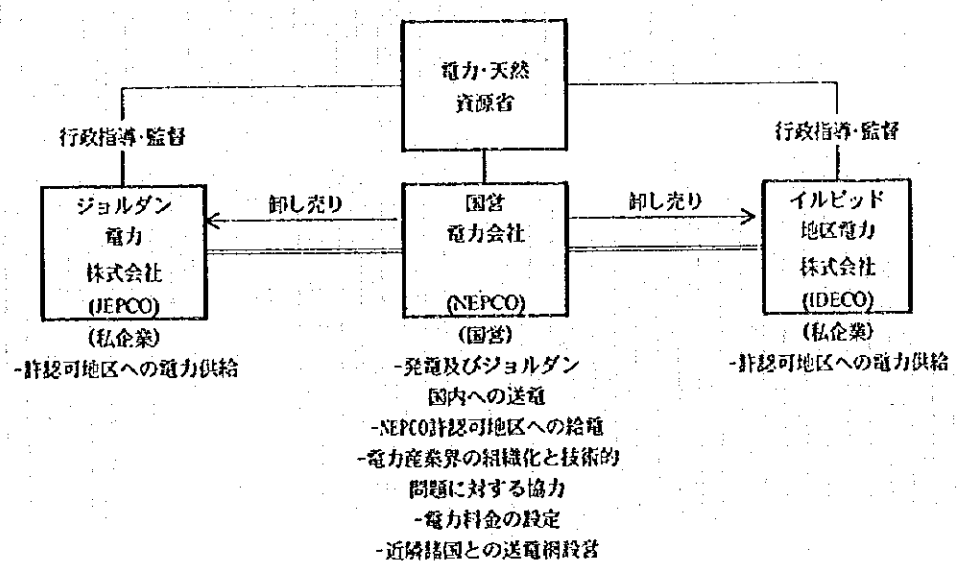
電力事業を行うものとしてはジョルダンには３つの企業体がある。ひとつは国営で、電力･天然資源省に属する「国営電力会社(NEPCO=旧名称:ジョルダン電力公社=JEA)」である。その他のふたつは私企業でそれぞれジョルダン電力会社(JEPCO)とイルビッド地区電力会社(IDECO)である。それら3企業体の機能と関係については下記に述べる。3企業体のうちNEPCOとIDECOは発電施設を有している。JEPCOはNEPCOから電力を購入してこれを供給するだけの企業である。

以上の3企業体以外にも、ジョルダンカリ会社やジョルダンセメント会社等が発電施設を有しており、周辺の若干の地域に給電しているが、ほとんどは自己利用のための発電施設である。

3.1.1　電力各社の機能と関係

電力･天然資源省はジョルダンの省庁のひとつであるが、Appendix 2.1に示すようにNEPCOはこの省に属している。NEPCOの組織はAppendix 3.1に示す通りであるが、3企業体のそれぞれの機能と関係は下図Fig.3.1-1に示す通りである。

Fig.3.1-1　Electricity Enterprises in Jordan



NEPCOは公営の大規模な発電企業体である。フセイン火力発電所、アカバ火力発電所、リシャ発電所、マルカ発電所、カラック発電所、遠隔村落発電所、アカバ中央発電所、

アンマンガスタービン発電所、レハブ発電所、キングトラルダム・付属肥料会社、風力発電所等、11ヵ所の発電施設を有している。Appendix 3.2 (A)に示すように、1995年度の発電量は5,201GWhにも達しており、3,258GWhを発電した1990年度以降、その伸び率は年率9.80となっている。

NEPCOはまた電力を販売する公営企業体でもある。その電力はJEPCOやIDECOに販売すると同時に、石油精製会社、セメント会社等の大企業にも卸し売りをしている。その電力供給網はアカバ地区、マアン地区、ショウバック地区、カラック地区、タフィラ地区、ジョルダン渓谷地区、東部地区、アンマンの一部地区等を小売り網としてカバーしている。Appendix 3.2 (B)に示すように、1995年現在、ジョルダン国内の総電力消費量は4,778GWhであるが、NEPCOの総販売電力量は4,665GWhで全消費量の97.6%に達しており、それにはJEPCOに対する2,606GWh、IDECOに対する654GWhも含まれている。しかしながら、小売り量は他の2社に比べてさほど多いとはいえず、397GWhほどである。

1995年度の顧客数は67万4,000戸(社)となっており、1990年度以降年率5.34%の割合で伸びてきている。このうちNEPCOがカバーする割合は13.4%で、その数9万戸(社)にとどまっている。

現在、NEPCOはその送配電部門を独立の私企業に分離しようとの計画を持っており、1996年7月以降、すでにそのための機構改革が始まっている。しかし、この送配電部門が独立の私企業となっても、NEPCOのJEPCOやIDECOあるいはその他の大企業に対する卸し売りの関係、小売りの状況等は現状が維持されるものと思われる。

JEPCO、IDECOは上述の通り、NEPCOから電力を購入してこれを供給する企業体である。小規模ながらIDECOは独自の発電施設を持っている。

JEPCOはアンマン州の大部分、バルカ州をカバーしており、都市としてはアンマン、アルザルカ、アルソールト、マダバ、アルバカー等を含んでいる。またIDECOはイルビッド州をカバーしており、そこにはイルビッド、アルラムサ、アルマフラック、ジェラッシュ等の都市が含まれている。

Appendix 3.2 (D)は3つの企業体が電力を供給している顧客数を示したものであるが、総数で674,484戸(社)に達している。下表はその概略を示したものである。

Table 3.1-1 Number of Consumers by Type of Consumption in 1995

	NEPCO	JEPCO	IDECO	その他	合計
一般顧客	75,381	348,078	129,816	212	553,487
産業	895	7,179	2,487	0	10,561
商業	9,867	67,282	17,034	8	94,191
揚水ポンプ施設	723	487	761	0	1,971
政府機関	2,642	2,124	1,376	0	6,142
その他	967	4,883	2,279	3	8,132
合計	90,475	430,033	153,753	223	674,484

出典：Annual Report 1995, Jordan Electricity Authority (JEA)(現NEPCO).

NEPCOの出している資料によると、1995年度の電力供給人口は425万5,000人に達しており、1995年度の総人口に対する電化率はきわめて高く99.2%となっている。

3.1.2 電力各社の財務状況

全3企業体はこれまで各会計年度の末時点現在の貸借対照表と損益計算書を作ってきており、年度会計報告書を出してきている。入手し得る最新の会計報告書はNEPCOを除いて1994年度のものであった。NEPCOのものについては1994年度のものと同時に1995年度のものも入手できた。

Appendix 3.3に上記3企業体、すなわちNEPCO、JEPCO、IDECOの損益計算書を示した。下表はその概要である。

Table 3. 1-2 Summary of Statements of Income and Expenses of Enterprises

(JDs)

	NEPCO		JEPCO	IDECO
	1994年度	1995年度	1994年度	1994年度
収入部門	128,439,585	138,901,013	88,787,004	21,490,002
電力販売収入	119,242,838	132,012,477	84,567,035	16,887,571
営業外収入	9,196,747	6,888,536	4,219,969	4,602,431
支出部門	114,466694	126,229731	82,828,241	20,726,338
発電操作経費/電力購入費	70,366,464	77,763,510	65,925,198	18,536,513
営業外経費	44,100,230	48,466,221	16,903,043	2,189,825
純利益	13,972,891	12,671,282	5,958,763	763,664

出典：Annual Account Reports from JEA(現NEPCO), JEPCO and IDECO.
注：「電力購入費」とはJEPCO、IDECOがNEPCOから電力を購入する費用を意味する。

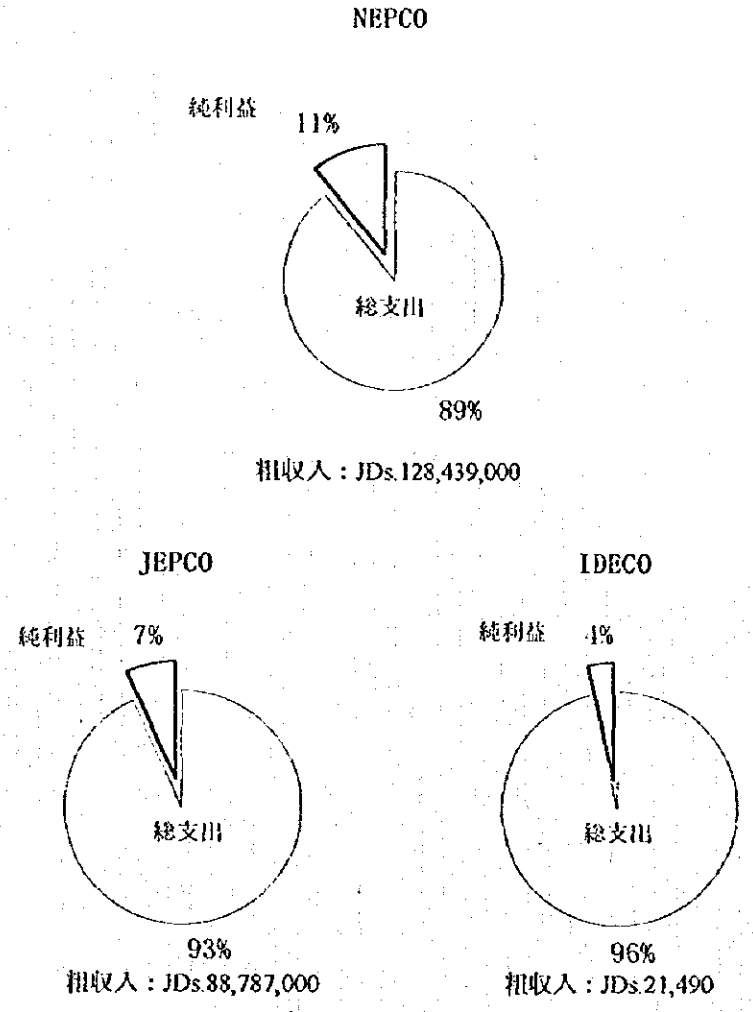
上表によれば、電力各社はそれぞれの会計年度で純利を上げていることがわかる。その純利の粗収入に対する割合を下記図Fig.3.1-2に示した。

図に示すとおり、1994年度、NEPCOはJDs.13,973,000の純利を上げており、粗収入に対する割合は11%であった。JEPCOの純利はJDs.5,959,000で粗収入に対する割合は7%、IDECOのそれはJDs.764,000で粗収入に対する割合は4%となっており、JEAのそれは他の私企業体2社と比較して額的にも割合としても高い値を示しているが、どうやらNEPCOのスケールメリットを反映しているようである。

しかしながら、Appendix 3.3に示すように、NEPCOは前年以前からの膨大な累積債務を抱えてきており、1994年度の最終決算は会計報告としてはマイナスとなっている。それは1995年度にいたっても解消されていない。

このNEPCOの累積債務の主な要因は、同企業体の1995年度の年報によれば下記のようなさまざまな投資活動を行っていることによると思われる。すなわち、

Fig 3.1-2 Net Profit Rate to Gross Revenue of Each Electricity Enterprises in 1994



- リシャガスタービン建設事業
- アカバ汽力発電所建設事業フェーズII
- リシャガスタービン移設事業
- ジョルダン－エジプト送電網建設事業及びその拡大事業
- 南アンマンガスタービン建設事業
- 電力転送基地建設事業及びその拡大事業
- コンサルタントへの支払い、調査経費、請負事業各社への支払い等

企業体の規模は通常貸借対照表で判断できる。Appendix 3.4はNEPCO、JEPCO及びIDECOの貸借対照表を示したものであるが、下表にその概略を示す。

Table 3.1-3 Summary of Balance Sheet of Electricity Enterprises

1994会計年度 (JDs.)

貸方	NEPCO	JEPCO	IDECO	借方	NEPCO	JEPCO	IDECO
流動資産	81,932,582	39,082,061	12,450,935	流動債務	71,472,257	54,792,383	14,649,965
固定資産	285,570,186	94,916,008	31,157,105	純資産	115,470,630	80,011,365	4,156,160
その他	5,801,487	805,679	207,553	その他	186,361,368	0	25,009,468
計	373,304,255	134,803,748	43,815,593	計	373,304,255	134,803,748	43,815,593

出典：Annual Account Reports of JEA(現NEPCO), JEPCO and IDECO.

上表の純資産のうち、NEPCO、JEPCO及びIDECOの1994年度の資本金はそれぞれJDs.80,734,000、JDs.15,000,000、JDs.3,000,000となっている。NEPCOについては1995年度にいたってJDs.82,720,000に増資されている。

3.1.3 料金体系

上述の通り、料金体系はNEPCOが設定している。1995年度末の現行料金体系はNEPCOの年報によれば下記の通りとなっている。すなわち、

1. 卸し売り料金
   a. 電力各社への卸し売り料金
      ピークロード時 2.4 (JDs/kW/Month)
      昼間料金 23.5 (Fils/kWh)
      夜間料金 14.5 (Fils/kWh)
   b. 大企業への卸し売り料金
      ピークロード時 2.4 (JDs/kW/Month)
      昼間料金 45 (Fils/kWh)
      夜間料金 23 (Fils/kWh)
2. 小売り料金
   a. 一般顧客(Fils/kWh)
      第1ブロック：1 - 160 kWh/Month 28 (Fils/kWh)
      第2ブロック：161 - 300 kWh/Month 52 (Fils/kWh)
      第3ブロック：301 - 500 kWh/Month 55 (Fils/kWh)
      第4ブロック：501 kWh/Month以上 70 (Fils/kWh)
   b. テレビなど放送媒体への均一料金 45 (Fils/kWh)
   c. 商業 50 (Fils/kWh)
   d. 中規模産業への販売料金
      ピークロード時 3.05 (JDs/kW/Month)
      昼間料金 25 (Fils/kWh)

	夜間料金	20 (Fils/kWh)
e.	小規模産業	30 (Fils/kWh)
f.	揚水ポンプ施設	30 (Fils/kWh)
g.	ホテル	50 (Fils/kWh)
h.	農業	21 (Fils/kWh)
i.	街路灯	13 (Fils/kWh)*

(注) 月当たりの最低料金は以下の通り：

1. 一般顧客：JDs.1.00/月
2. その他の顧客：JDs.1.25/月
3. * 13 Fils/kWhは1988年度の使用量水準を超えた場合に適用する。ここで、1JD.=1,000Fils.

NEPCO発行の電力統計によると、下表に示すとおり、平均実料金はkWh当たりFils37となっている。

Table 3.1-4 Actual Average Electricity Tariff in NEPCO

給電分野	一般顧客及び公共建物	大企業への卸し売り	中小企業	商業	農業及び揚水ポンプ施設	その他	計
消費割合(%)	32.35	16.54	13.74	10.96	20.32	6.09	100.00
収入面での寄与率(%)	36.64	17.26	10.80	14.87	15.63	4.80	100.00
平均実料金(Fils/kWh)	41.67	38.49	29.00	50.00	28.36	29.09	36.88

出典：Annual Report 1995, JEA(現NEPCO).

3.1.4 電力各社の計量、請求、集金の方法

電力計の検針は一般顧客に対しては月一回行い、その検針の結果に基づいて検針後2ヵ月以内に請求書を出す。請求書を出してから特定の期間内(通常、1ヵ月から2ヵ月以内)にしかるべき理由がなく支払いが行われない場合は、警告なしに給電をストップさせる。

卸し売りの場合の計量と支払いの方法は次のようなやり方を行っている。すなわち、電力は高圧線のサブステーションから直接IDECO, JEPCOに分岐しており、その分岐直前にメーターを設置していて、毎月末にNEPCO担当者の立ち会いのもと分岐先各社の担当者がメーターをチェックして、NEPCOに対する報告書を2部作成する。各社はその1部をNEPCOに提出する。NEPCOは1ヵ月以内にその報告書に基づいて請求書を発行する。IDECO, JEPCO各社はこの請求書に基づいて購入電力料金を納付する。

3.2　発送変配電設備

ジョルダンの電力系統は、ＮＥＰＣＯが保有する数箇所の発電所を132kV 送電線で連系し、主要変電所にて33kV、11kV、6.6kV に降圧、さらに需要地に設置されている配電用変電所にて 415Vに降圧後、需要家に 415V 3相4線式で配電するのを基本としている。

3.2.1 発電設備

1995年末現在、ジョルダンの総設備出力は 1,167MWで、その内、 1,049MWが全国系統に連系している。 Table 3.2-1 に1995年末現在のジョルダンの発電設備を示す。

Table 3.2-1 Power Stations and Capacities in Jordan (MW)

Power Stations	Steam	Gas Turbines		Diesel	Wind	Hydro	Total
		Diesel	N.Gas				
1. NEPCO	623	242	120	56.5	0.3	7	1,048.8
Hussein Thermal P.S.	3 × 33	1×14	-	-	-	-	395
	4 × 66	1×18	-	-	-	-	-
Aqaba Thermal P.S.	2 ×130	-	-	-	-	3	263
Aqaba Central P.S.	-	-	-	2×3.5 3×5	-	-	22
Marka P.S.	-	4×18	-	30	-	-	102
Al-Risha P.S.	-	-	4×30	-	-	-	120
Am'man South G.T.	-	2×30	-	-	-	-	60
Karak P.S.	-	1×18	-	3×1.5	-	-	22.5
King Talal Dam	-	-	-	-	-	4	4
Wind Energy	-	-	-	-	0.3	-	0.3
Rehab P.S.	-	2×30	-	-	-	-	60
2. Other Organizations	73	-	-	45.5	-	-	118.5
IDECO	-	-	-	6	-	-	6
Cement Factory	-	-	-	9	-	-	9
Refinery Co.	14	-	-	2	-	-	16
Arab Potash Co.	15	-	-	8	-	-	23
Fertilizer Co.	44	-	-	-	-	-	44
El-Hasa Phosphate Co	-	-	-	12	-	-	12
Municipalities & Others	-	-	-	8.5	-	-	8.5
Total	696	242	120	102	0.3	7	1,167.3

ＮＥＰＣＯが所有するAqaba 、Hussein の両火力発電所の使用燃料は重油である。特に、Aqaba 火力発電所は紅海に面しているものの、中東の政治情勢により、燃料の海上輸送が不可能な状況にあり、必要重油を全てAmman 付近の精油所、またはイラクよりタンクローリでの陸送に依存している。 Aqaba 火力発電所は、現在50ton 積タンクローリ30台／日を必要としている。 また、Hussein 火力発電所は砂漠地帯に立地してお

り、冷却水の確保が困難で復水器の冷却は空気ファンによって行われている。　なお、ＮＥＰＣＯは1996年にRehab 火力発電所にガスタービン発電機(100MW×1)を増設した。

3.2.2 送電設備

ジョルダンの送電線の電圧は、400kV 、230kV 、132kV 、66kV、の４階級である。その内、400kV 送電線はAqaba 火力発電所とAmman South 変電所の間に２回線設置されている。　しかし、鉄塔、碍子は400kV 仕様となっているものの、現在同送電線は132kV で運転されている。　なお、同送電線は1997年末迄に 400kVに昇圧される予定で設計が進められている。

また、230kV 送電線はシリアとの連系用にIrbid 変電所よりシリア向けに建設されたが、現在運転休止中である。　さらに、66kV送電線がIrbid 変電所とシリア間に結ばれているが、同送電線は現在運転が中止され、33kV配電線に転用されている。　ジョルダンの送電線は全て架空線となっている。　1995年末現在、ＮＥＰＣＯの送電線亘長は以下のとおりである。

送電線	66kV	132kV	230kV	400kV
亘長 (ckt-km)	17	2,106	17	670

3.2.3 変電設備

ＮＥＰＣＯ保有の系統変電所の設備容量は、1995年末現在、以下のとおりである。

変電所	33/11kV	66/33kV	132/6kV	132/33kV	230/132kV
設備容量 (MVA)	150	10	75	1,989	200

なお、132kV 級変電所の内、一部はSF_6 ガス絶縁方式が採用されている。　また、運転方式は有人、無人両システムが適用されている。　1995年に、ＮＥＰＣＯはAmman 、Irbid への電力供給を強化するため、Abdali変電所 (3×40MVA 、132/33kV)を竣工させた。　また、Amman 地区にTareq 変電所 (3×40MVA 、132/33kV)、Abdoun変電所を建設する計画である。

3.2.4 配電設備

ジョルダンの電力会社の定義に従い、33kV以下の設備を全て配電設備と表現する。ＮＥＰＣＯ、ＪＥＰＣＯ、ＩＤＥＣＯの各社とも配電電圧は、ＭＶ（Medium Voltage: 中圧）とＬＶ（Low Voltage:低圧）の二つがあり、ＭＶは33kV、11kV、6.6kV で、ＬＶは415V（３相４線式）となっている。

家屋密集地区の１次配電線は、原則として11kV地中ケーブルが使用され、農村地帯および都市の郊外では、33kVおよび11kVの架空配電線が使用されている。 なお、一部の地域に６kV配電線が見られるが、順次廃止の方向に向かっている。

415V以下の配電線は架空線が主流であるが、Aqaba 市内地区は、地中ケーブルが使用されている。 1995年末現在の、ＮＥＰＣＯ・ＪＥＰＣＯ・ＩＤＥＣＯの配電設備および配電用変電所設備容量は、Table 3.2-2 、Table 3.2-3 に示すとおりである。

Table 3.2-2 Distribution Facilities in Jordan

Distribution Line	Company	33kV	11kV	6.6kV	0.4kV
Overhead Lines(km)	NEPCO	1,413.4	306.8	5.2	2,324.1
	JEPCO & IDECO	2,975.1	309.7	264.4	12,799.3
	Subtotal	4,388.5	616.5	269.6	15,123.4
Underground Cable(km)	NEPCO	17.5	102.2	5.8	261.4
	JEPCO & IDECO	399.5	794.7	656.7	1,057.4
	Subtotal	417	896.9	662.5	1,318.8
Ground Total		4,805.5	1,513.4	932.1	16,442.2

Table 3.2-3 Distribution Substation Capacities in Jordan

Substation	Company	33,11,6.6/0.4kV	33/11,6.6kV	11/6.6kV
Capacities(MVA)	NEPCO	379.9	145.5	2.5
	JEPCO & IDECO	847.4	493.7	1,509.5
	Total	1,227.3	639.2	1,512

3.3 電力需要

3.3.1 発電量と電力消費量

(1) 発電電力量

ジョルダンの電力供給は、大別すると、電気事業者と産業用自家発によって行われている。 発電を行っている電気事業者は、ＮＥＰＣＯ、ＩＤＥＣＯ、および自治体などである。 また、自家用発電設備を所有している企業はセメント、鉄鋼会社など５社がある。

ジョルダンの発電事業はＮＥＰＣＯがほぼ一元的に運用をおこなっている。 また、産業用自家発による発電電力量は、殆どが自家用で消費されている。 ＮＥＰＣＯの発電電力量が全体に占める割合は、1995年で約93%であり、この数字は過去６年間、ほぼ変動していない。

Table 3.3-1 に1995年度の発電電力量の事業者別の内訳を示す。

また、Fig. 3.3-1にジョルダンおよびＮＥＰＣＯの発電電力量の推移を示す。

Table 3.3-1 Electrical energy production and its share by sectors in 1995

	Electrical Energy(GWh)	Share(%)
1. Electricity Sector	5,215	92.8
NEPCO	5,201	92.6
IDECO	12	0.2
Municipalities & Others	2	0.0
2. Industrial Sector	401	7.2
Refinery	65	1.2
Cement Factory	39	0.7
Potash Co.	113	2.0
Fertilizer Co.	166	3.0
H. Iron Factory	18	0.3
Total	5,616	100

ジョルダンの発電機タイプ別の発電電力量の内訳および推移をFig. 3.3-2に示す。ジョルダンでは、蒸気タービンによる発電が主流で、1995年時点で全体の78.5%を占めている。 この他にガスタービン発電が20%を占めている。 今後もガスタービン発電などの高効率電源の開発が一層進むものと推察される。

ただし、ジョルダンは年間降雨量が少なく、また、河川がほとんどないなどの、水資源を活用できない地域事情により、水力発電による発電はわずか0.3%にすぎない。

ジョルダンの発電は、ほぼ100%火力発電に依存している状況である。

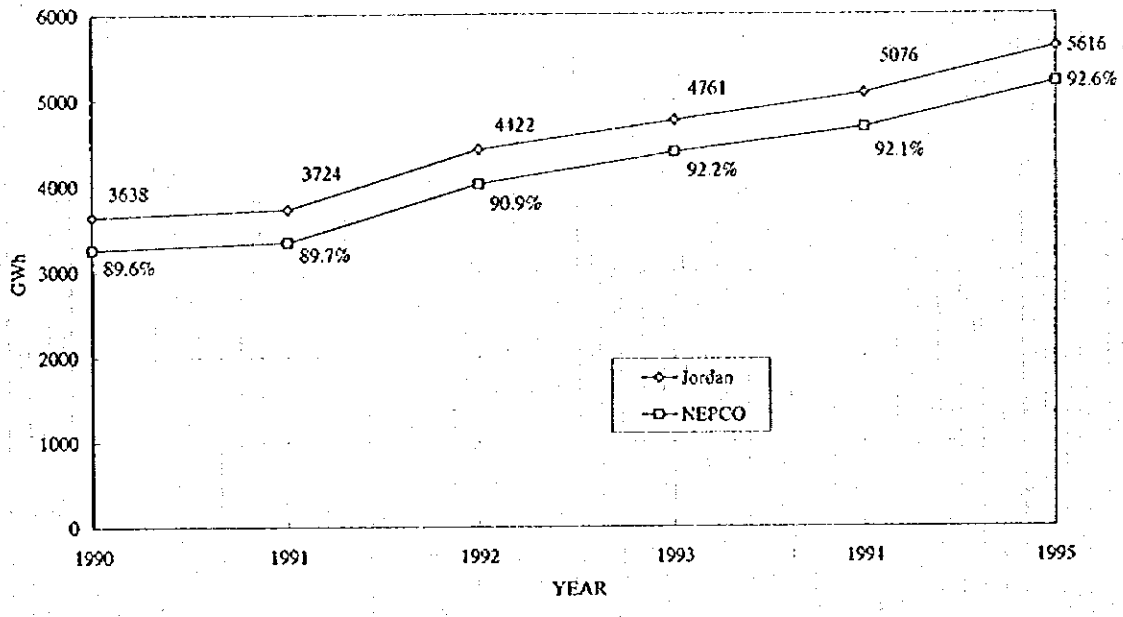


Fig. 3.3-1 Electrical energy production by type of generation in Jordan

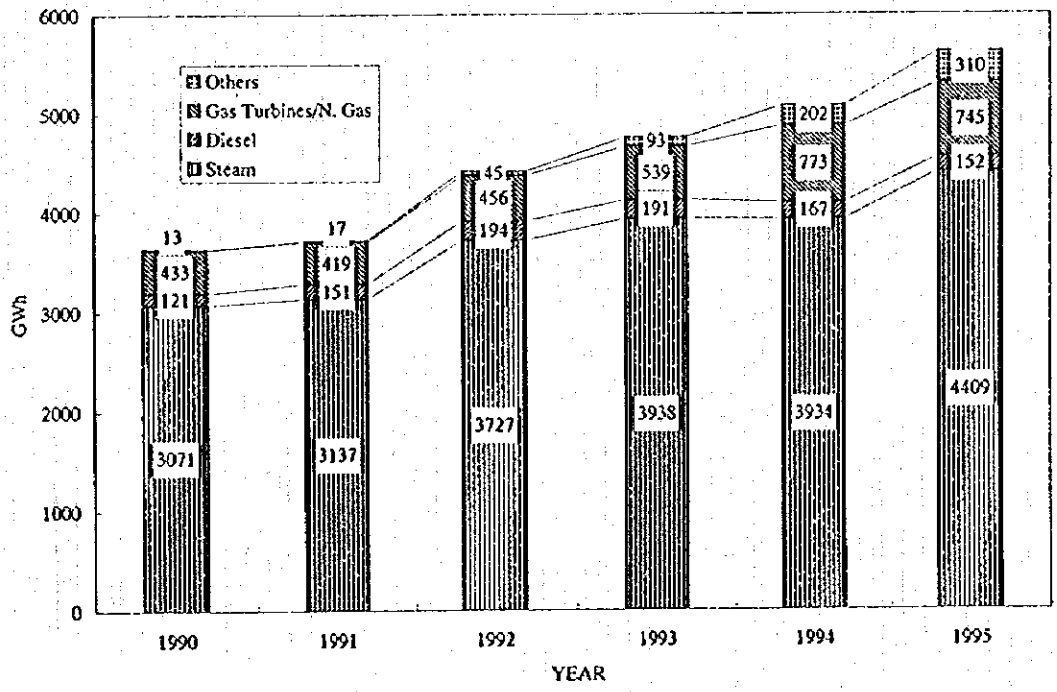


Fig. 3.3-2 Electrical energy production and share by type of generation in Jordan

(2) 販売電力量

1995年時点のジョルダン全体の販売電力量は3,373GWhであり、この内、電気事業者別の販売電力量は、ＪＥＰＣＯ、ＩＤＥＣＯ、およびＮＥＰＣＯがそれぞれ2,382GWh、576GWhおよび415GWhであり、首都 Ammanを供給エリアに持つＪＥＰＣＯが、全体の約70%を占めており、ＩＤＥＣＯが約17%、ＮＥＰＣＯが約13%である。

1995年の販売電力量の事業者別シェアは、1986年時点にＪＥＰＣＯが約71%、ＩＤＥＣＯが約16%、ＮＥＰＣＯが約13%であったのと比べて変化がなく、ジョルダン全体でほぼ等しく需要が伸びている。

ジョルダンの販売電力量の伸びは、1980年代後半10%前後であったが、1990年のイラクによるクウエート侵攻および1991年の湾岸戦争の影響により大きく落ち込んでいる。　その後、急速に回復し、1992年以降は10%前後の伸び率を示している。

各事業者別の伸び率を見ると、ＪＥＰＣＯとＩＤＥＣＯがほぼ似た傾向で推移している。　これは、この２社が人口密度が高い地域を供給エリアに持ち、電力需要構造が互いに似ているためである。　ジョルダンの事業者別の販売電力量の推移をFig. 3.3-3、その伸び率をFig. 3.3-3に示す。

1995年の各カテゴリーの電力需要が全体に占める割合は、それぞれ住宅用電力が約30%、商業用電力が約11%、工業用電力が30%、水ポンプ用電力が19%、公道照明用電力が3%、政府機関・報道機関・輸送機関・教育施設および医療機関などのサービス用電力が約8%の構成比率となっている。　ジョルダンのカテゴリー別の販売電力量の構成比率をFig. 3.3-5に示す。

過去10か年の構成比率の推移を見てみると、住宅用電力および商業用電力に大きな変化はない。　また、工業用電力全体としては大きな変化はないが、大口の工業用電力が３ポイント減少したのに対して、小口の工業用電力が３ポイント増加した。　また、水ポンプ用電力が徐々に増加している。

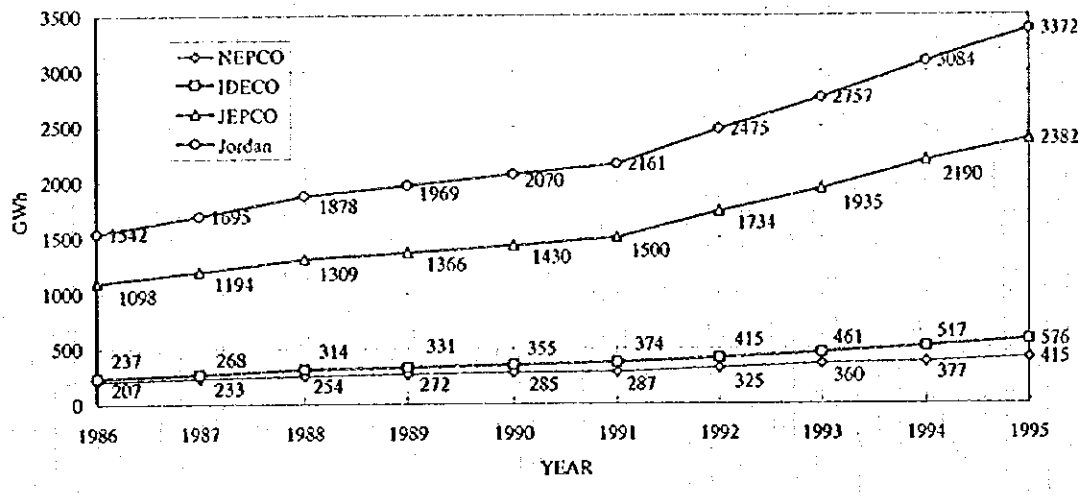


Fig. 3.3-3 Trend of electrical energy sold by the respective electric utilities in Jordan

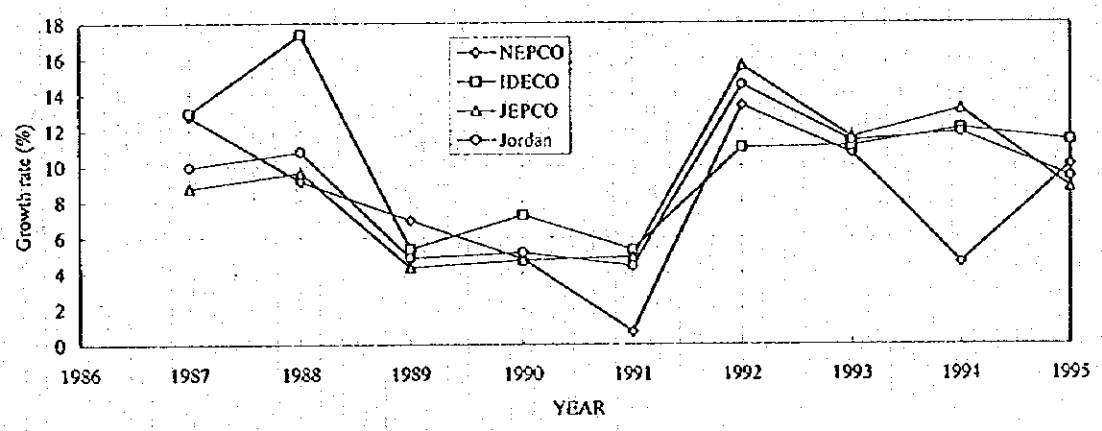


Fig. 3.3-4 Growth rate of electrical energy sold by the respective electric utilities in Jordan

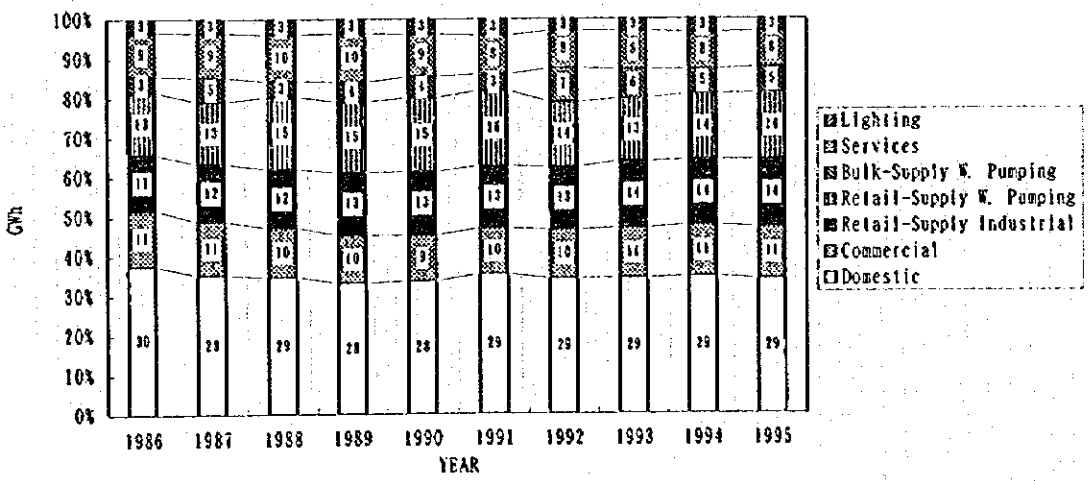


Fig. 3.3-5 Trend of the configuration ratios of sold electrical energy by consumption categories

3.3.2 電力需要の特性

(1) 日負荷曲線、年別需要曲線

ジョルダンの日負荷曲線と年負荷曲線をFig. 3.3-6、Fig. 3.3-7に示す。 ジョルダンの最大電力は、一日のうち夕方の点灯時に発生する。 また、年間では、8月あるいは9月の夏期に発生する。

(2) 最大電力と年負荷率の推移

ジョルダンの最大電力と年負荷率の推移をFig. 3.3-8に示す。

過去9年間で最大電力は約1.8 倍に伸びており、年平均7.4%と高い伸び率を示している。 また、湾岸戦争以後の1991年から1995年の間では、年平均伸び率が10%に達している。

過去9年間で年負荷率は、顕著な変化はないが、前半5年間が60%代後半であるのに対して、後半4年間は70%前後に改善されている。

(3) kW供給予備力

ジョルダンのkW供給予備率をFig. 3.3-9に示す。 このkW供給予備率は、最大電力に対する利用可能発電設備容量で算出している。 1990年以降1993年まで発電設備の新設を行っていないため、最大電力の伸びに対応して1990年の供給予備率35%から1993年の同17%へと大幅に減少している。 その後、1994年、1995年にそれぞれ60MWの発電設備を運転開始しているものの、電力需要の伸びが急激なためkW供給予備率は減少している。

NEPCOでは、今後、Aqaba Thermal Power Station(ATPS) に蒸気タービン発電機130MW ×2台の設置計画を進めており、2000年までにジョルダン全体で1,527MW の発電設備を所有する計画で、今後の需要増加に対応をしていく。

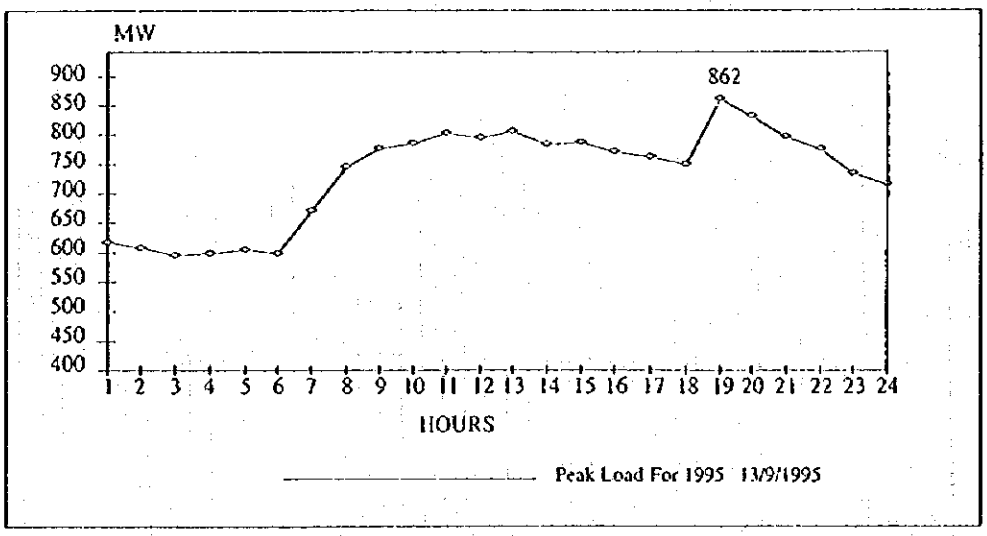


Fig. 3.3-6 Daily load curve in Jordan

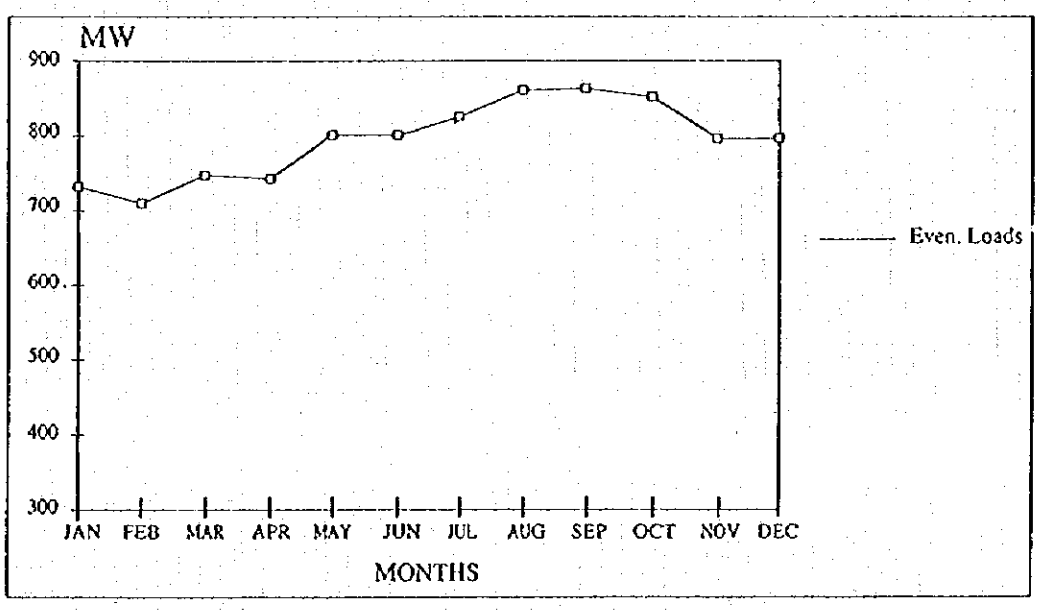


Fig. 3.3-7 Yearly load curve in Jordan

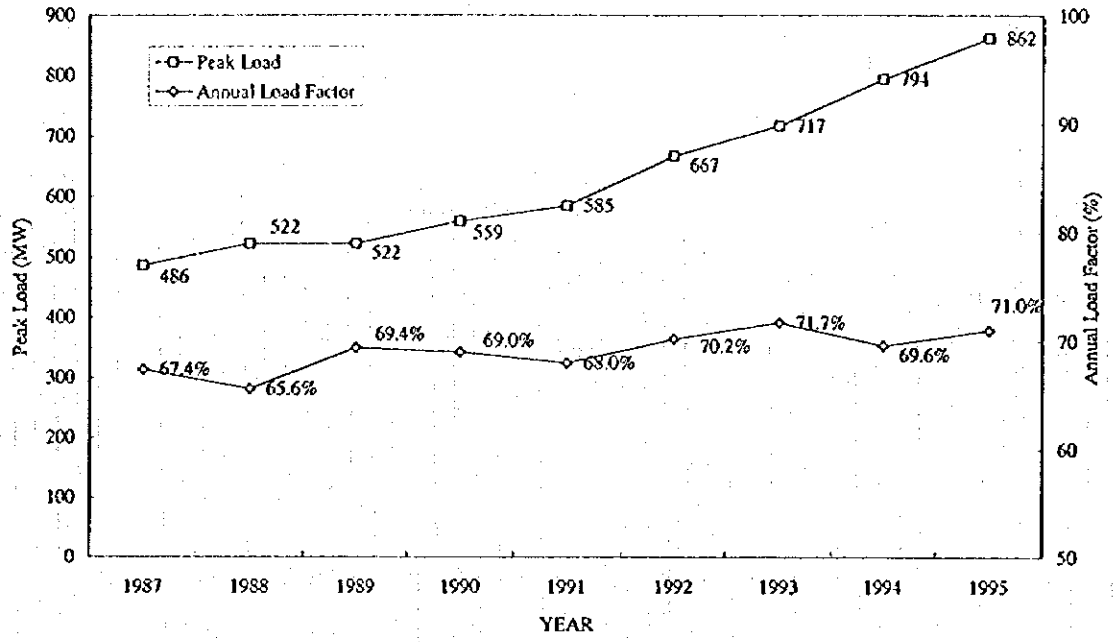


Fig. 3.3-8 Trend of peak load and annual load factor

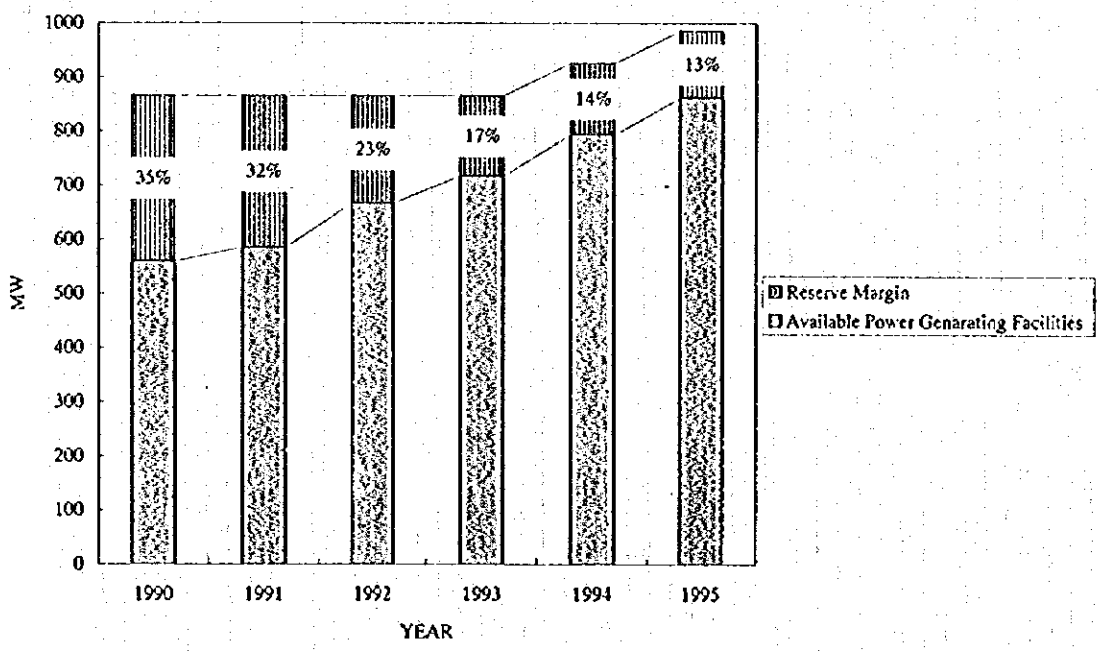


Fig. 3.3-9 Trend of capability marginal (kW)

3.3.3 電力需要想定

ジョルダンの電力需要の想定は、社会情勢、経済統計値、経済動向、技術革新などの諸元、および計画者のノウハウによる判断を含めてＮＥＰＣＯにより行われている。この電力需要想定値は、ＮＥＰＣＯにおいて、長期開発計画、長期財務計画（料金検討）、企業戦略などに使用されている。

長期電力需要想定は、将来の電力消費の展開を可能なかぎり織り込んだ高成長、中成長、および低成長の３種類のシナリオで行われ、中成長シナリオは、著しく大きくない経済発展が継続するものと仮定して想定されている。 高成長シナリオおよび低成長シナリオは、中成長シナリオに対して、それぞれ、厳しめあるいは緩めの想定をしている。

(1) 需要想定手法

ＮＥＰＣＯで行っている電力需要想定は、電力需要を同種の消費パターンに分類して行っている。 この分類は、料金分類と同じく住宅用、商業、工業、水ポンプ、公道照明用となっている。

ＮＥＰＣＯの想定手法は次の３種類である。

- 市場調査手法
- 経済的アプローチ手法
- Gompertz推定手法

(a) 市場調査手法

この市場調査手法は、計画者が直接、企業あるいは水公社において、今後の運用計画、開発計画、市場戦略などの聞き取り調査を行うものである。

この手法は、大口工業用電力および大規模水ポンプ用電力の需要想定に適用される。

(b) 経済的アプローチ手法

この経済的アプローチ手法は、過去の販売電力量のトレンドと関連する経済指標との関係を数式化して将来の電力需要を想定するものである。

この手法は、住宅用電力、商業用電力、サービス、小口工業用電力、および小規模水ポンプ用電力の需要想定に適用される。

(c) Gompertz推定手法

このGompertz推定手法は、将来、電力需要の伸びが飽和すると見込まれる需要の想定に使用され、飽和に至るまでの電力需要の伸びを以下の指数関数式で表す。

$$D = \alpha * \exp(\beta * \exp(\gamma * t))$$

Where:

D = energy demand in year t

α = stationary or saturation value of D at $t = \infty$

β & γ = constants, both < 0

この手法は、公道照明用電力の想定に適用されている。

(2) 電力需要想定に用いた仮定

ジョルダンによる電力需要想定は、1995年6月にＮＥＰＣＯにより実施されており、想定に用いた仮定は次のとおりである。

(a) ロードマネージメントおよびエネルギーの有効活用は、今後とも継続して行われる。

(b) ジョルダンの人口増加率は、2010年まで年平均2～2.9 %の範囲で推移し、2010年で6.1 ～6.9 百万人に達する。 また、湾岸戦争に起因するジョルダン人海外移住者の帰国に伴う人口増加率は、1990年で10.3%、1991年で6.5%とする。

(c) 電気料金は、経済動向が反映されている。

(d) 経済成長率は、年平均で2～6.5%の範囲で推移する。

(3) 電力需要想定値

ジョルダン全体の電力需要(MW 、GWh)の想定値およびその伸び率を、Fig. 3.3-10、3.3-11に示す。 ただし、シリアへの送電電力はこの数字に含まれていない。

セクター別の電力需要想定値をFig. 3.3-12 に示す。 電力需要想定の概要は以下のとおりである。

(a) 住宅用電力

住宅用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で6.1%、2000～2005年で4.5%を想定している。

2010年に近づくにつれて、住宅用需要家数の伸び率が低くなるため、住宅用電力の伸びも低下している。 これは、地域電化プロジェクトの完結および人口増加率の減少のためである。

(b) 商業用電力

商業用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で8.0%、2000～2005年で4.8%を想定している。

(c) 工業用電力

工業用電力は、大口需要家と小口需要家に分けられる。 大口の工業用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で8.2%、2000～2005年で3.0%を想定している。

小口の工業用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で8.2%、2000～2005年で4.3%を想定している。

(d) 水ポンプ用電力

水ポンプ用電力は、大口需要家と小口需要家に分けられる。 大規模の水ポンプ用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で10%、2000～2005年で10.4%を想定している。 小規模の水ポンプ用電力の年平均伸び率は、1995～2000年で4.2%、2000～2005年で2.0%を想定している。

(e) サービス用電力

サービス用電力の年平均伸び率は、1995～2000年が5.1%、2000～2005年が3.0%を想定している。

(f) 公道照明用電力

公道照明用電力の年平均伸び率は、1995～2000年が5.7%、2000～2005年が3.9%を想定している。

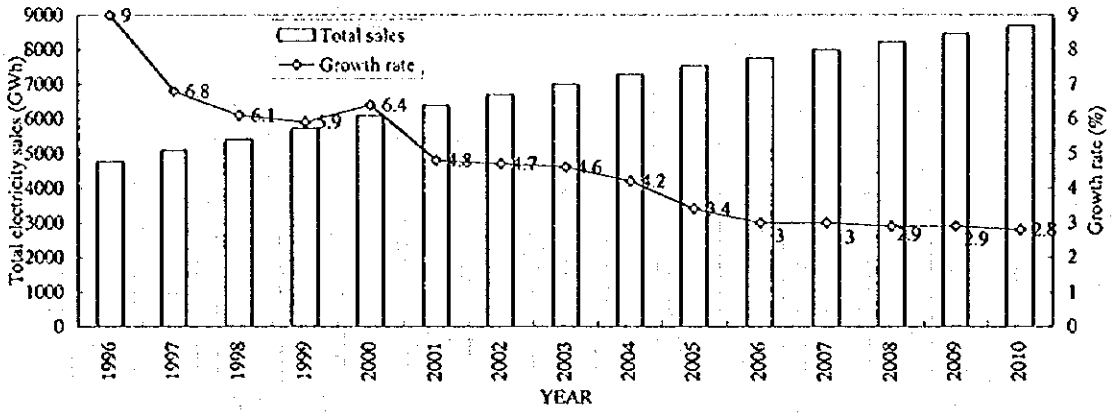


Fig. 3.3-10 Overall electric power demand forecast values throughout Jordan

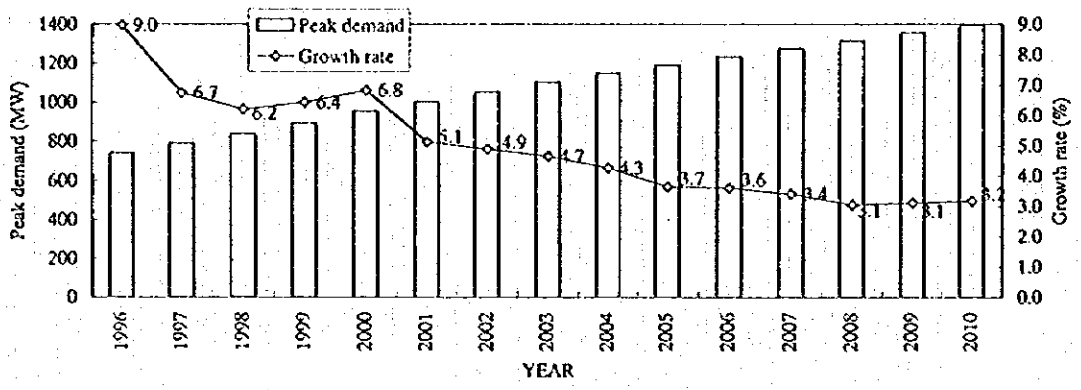


Fig. 3.3-11 Overall peak load forecast values throughout Jordan

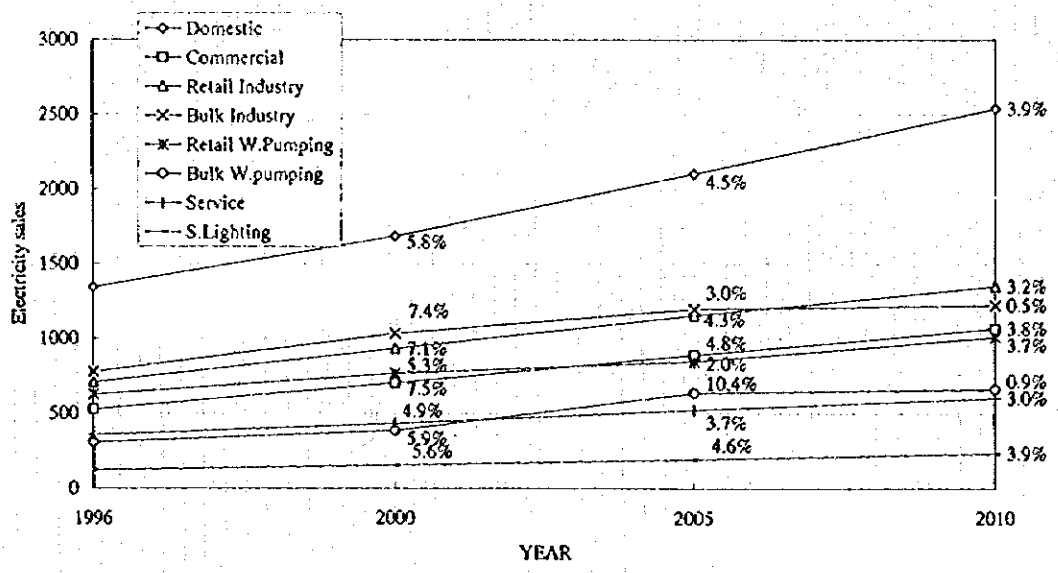


Fig. 3.3-12 Electric power demand by consumption categories

3.4 電力系統

3.4.1 電力系統の現状および拡張計画

(1) 電力系統の現状

ジョルダンの基幹電力系統は、ＮＥＰＣＯが保有する発変電所を132kV 送電線で相互に連系して構成されている。 その亘長は2,776 ckt-kmで、この内、670 ckt-kmは400kV 設計の送電線で、Aqaba 火力発電所とAmman South 変電所の間を連系している。

同送電線は1997年末迄に 400kVに昇圧される予定である。 Fig. 3.4-1にジョルダンの基幹電力系統を示す。

(2) 電力系統の拡張計画

ジョルダン、エジプト、イラク、シリア、およびトルコは将来400kV 送電線で相互に連系する計画を進めている。 これが完成すると、前記５か国が連系される事になる。 そして、ジョルダンの電力系統は、南部でエジプトと、北部でシリアと連系され、より強固なものとなる事が期待されている。

ジョルダンとエジプトの間は1997年７月の連系を目指しており、ジョルダンのアカバからエジプトのシナイ半島タバまで海底ケーブル(AC400kV、300MW 、単心1000mm² OP) でアカバ湾 (13.6km、水深85m)を横断する工事を進めている。 なお、直流による連系も可能なようにケーブルは単心４本を敷設する予定である。

一方、ジョルダンとシリアの間の連系は、1997年末の運開を目指しており、現在、連系に関する技術検討が外国のコンサルタントにより実施されている。

3.4.2 発送変配電制御システム

ＮＥＰＣＯは、Amman South 変電所構内に併設されているコントロールセンタで、132kVの送電線、発電所、変電所の監視制御を、33kV配電線の遮断器を含めて行っている。 また、コントロールセンタは、発電所の起動・停止・発電電力の増減、などを指示する給電業務も行っている。

ＪＥＰＣＯは、本社建物内に設置されているＪＥＰＣＯ自身のコントロールセンタから33kV、11kV、6.6kV の遮断器の制御を行っている。 一方、ＩＤＥＣＯはコントロールセンタは持たず、33kV配電線の遮断器はＮＥＰＣＯのコントロールセンタから、制御されている。

3.4.3 電力供給信頼度

ジョルダンの電力系統は、132kV 系統は２回線で構成され、また、送電用変電所についても２バンクで構成されており、１回線停止あるいは、１バンク停止の際でも供給は確保される。　33kV以下のＭＶあるいはＬＶ配電線は１回線構成であるが、配電線相互の距離が近い箇所は、互いに切替えが可能な設計となっており、配電線停止の際は他の配電線から供給が行われる。　一方、配電用変電所は１バンク構成で、バンク停止の際は、当該バンクから供給されている複数のＬＶ配電線が供給停止となるが、前述のような配電線相互の連系が可能なものは、切替えにより他の配電線から供給が行われる。

3.4.4 系統解析手法

ＮＥＰＣＯは、系統解析をアメリカのPower Technologies社の開発による解析ソフトPSS/E(Power System Simulator) を使用して行っている。

その解析可能な項目は次のとおりである。

a. Load Flow

b. Balanced and Unbalanced Fault Analysis

c. Network Equipment Construction

d. Dynamic Simulation

3.4.5 停電頻度

ジョルダンの１需要家当たりの停電頻度は年間６時間となっている。

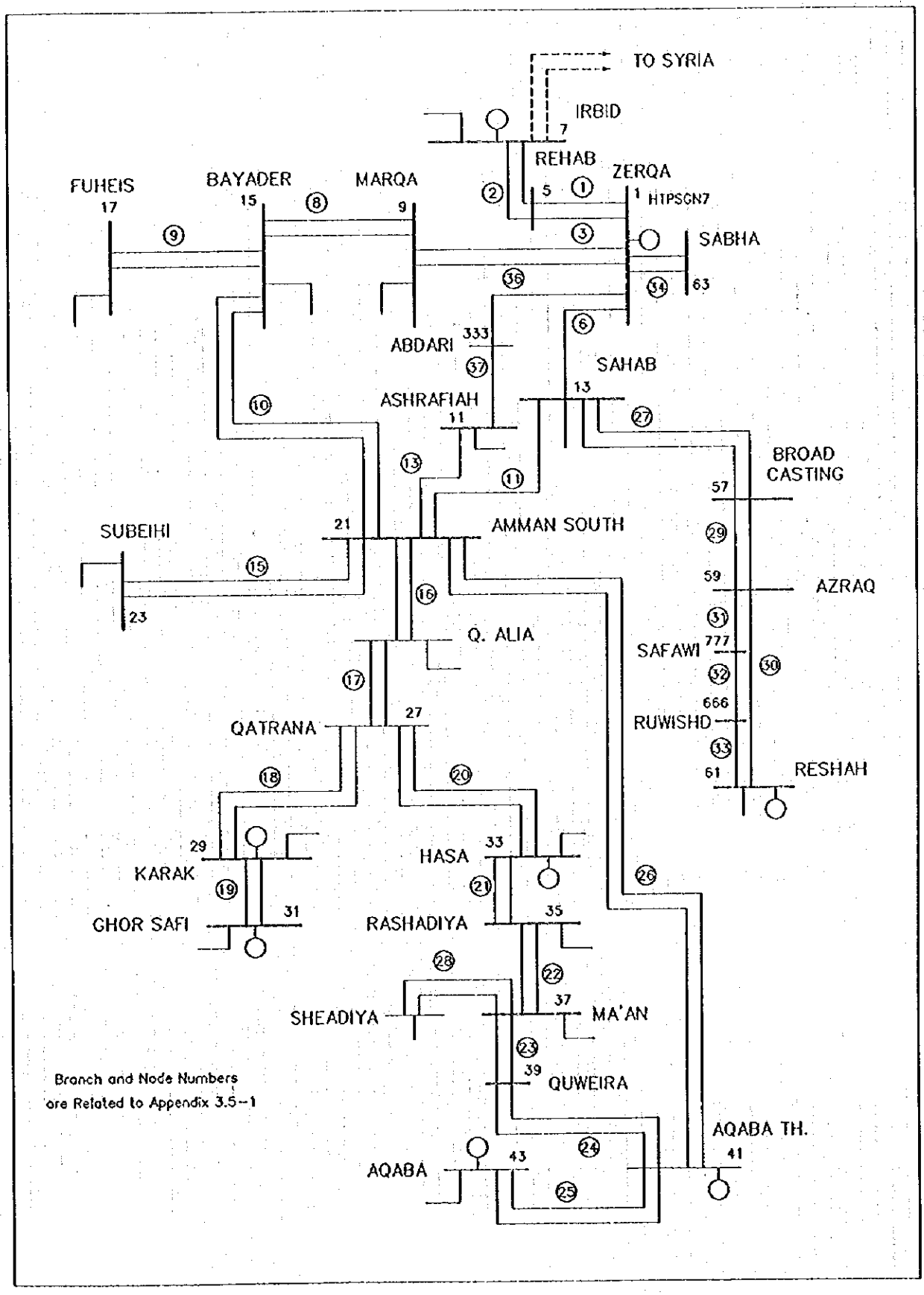


Fig. 3.4-1 Trunk Power System in Jordan

3.5　送配電システム

3.5.1 全送電網の電力系統解析

ＮＥＰＣＯは、前述の系統解析ソフトPSS/E を用いて、発電所の新増設、系統変更などの際、潮流解析を始めとする系統解析を行っている。 1995年現在、ジョルダンの系統容量は約1,000MVAである。 本調査団は系統解析ソフトCastleを用いて潮流解析を行い、合わせて系統の安定状態の確認を行った。 潮流はPSS/E による計算結果と同じになる事を確認した。 また、系統の位相角の差は最大17度(HTPSGN7、RESHAH) で系統は安定に運転できている事を確認した。 (Appendix 3.5-1 参照)

3.5.2 運転維持管理システム

(1) 発電機の運転管理

ＮＥＰＣＯのコントロールセンタは、コンピュータ解析により、経済的で、より高い供給信頼度を実現するため、運転すべき発電機と出力の決定、運転待機すべき発電機の選定、を需要のカーブに合わせて行っている。 コンピュータ解析の結果は発電所運転員に伝達される。

(2) 周波数、電圧の適正維持

周波数、電圧を適正に維持するための制御は、次のように行われている。

(a) 周波数

周波数低下継電器(UFR) は、第１段階から第９段階までの９段階に設定され、第１段階が、49.1Hzの周波数が 0.4秒間の継続で全負荷の4.8%を自動遮断し、第９段階が48Hzの周波数が 0.7秒間の継続で、全負荷の56.9%を自動遮断する。

(b) 電圧

電圧制御のための33kVキャパシタの制御は、コントロールセンタの指令によって行われ、変圧器タップの制御は自動で行われる。

(3) 設備の監視および制御

ＮＥＰＣＯのコントロールセンタは、ＩＤＥＣＯも含めた33kV以上の変電所、計35箇所の負荷状態の監視と遮断器の遠方制御を行っている。 ＮＥＰＣＯの本社でも33kV - 132kV系統の電圧、負荷(A、kW、MVA)の監視が可能である。 なお、前記データは30分毎に記録され、１週間保存される。

遮断器が継電器により自動遮断した場合は、２秒後にはコントロールセンタに情報伝送される。 132kV 系統は主保護により自動遮断した場合は、遮断器は自動再閉路される。

ＪＥＰＣＯのコントロールセンタでは、15変電所の遠方制御と、ＭＶ配電線、変圧器の負荷を監視している。

(4) 変電所の保守

遮断器は１年に１回、その他の機器は外部点検を月１回実施している。

3.5.3 ロードマネージメントシステム

ＮＥＰＣＯでは、日本と同様、ピーク負荷が発生する時間帯の負荷を、発電力に余力のある時間帯にシフトさせる負荷の平準化を積極的に進めている。 この趣旨に沿って、農業ポンプは、特に夏についてはピークを避けて夕方に運転することが奨励され、実際、多くの農業ポンプは夕方に運転されている。 料金政策の面でも非ピーク時間帯への負荷の誘導が行われ、工場などは三交代勤務の採用により、ピーク時間帯での電力の使用を抑えている。

3.5.4 主要変電所のピーク電力

ＮＥＰＣＯの主要変電所のピーク電力は、 Appendix 3.5-2 に示すとおりである。全般的には設備容量に対して余裕があるが、１バンク事故時には過負荷になる変電所もある。

3.6 電圧低下の現状と課題

(1) 現状

ジョルダンのＬＶ配電線、ＭＶ配電線の電圧はかなり改善を要する状況にある。

ＬＶ配電線の電圧を試算した結果では、25%以上もの電圧降下が見られる線路がある。

(2) 課題

ＬＶ配電線、ＭＶ配電線の大きな電圧降下に共通する原因として考えられるものは、

- 重負荷、長距離配電線
- 小サイズ導体の適用
- 低力率

がある。 また、ＬＶ配電線では、著しい負荷の不平衡が考えられる。

電圧を改善することは、需要家サービスにつながるだけでなく、電力損失の低減にもつながる。 上述のような電圧の実態を考慮すると、電圧事情の調査も早急に実施する必要があろう。

第４章

電力損失の現状

第4章 電力損失の現状

4.1 電力損失記録の現状

4.1.1 送配電損失率の実態

ジョルダン電力系統の電力損失は、

- 発電所の所内消費として失われる電力量（発電損失）
- 発電所の昇圧用変圧器の１次側から主要変電所の降圧用変圧器２次側（ＭＶ）までの送電回路で失われる電力量（送電損失）
- 主要変電所の２次側から需要家（ＬＶ）の間で失われる電力量（配電損失）

に分類され、把握されている。

1995年の発送配電損失電力量を発電電力量に対する比で表した損失率は次ぎのとおりである。

発電所所内損失	5.8%
送電損失	2.0%
配電損失	7.4%
（送配電損失	9.4%）

ジョルダンの電圧階級は高圧（ＨＶ：132kV）、中圧（ＭＶ：33kV、11kV、6.6k）、低圧（ＬＶ：415kV）の三つに分けられるが、この記録では送電はＨＶを意味し、配電はＭＶとＬＶの和を意味する事から、ＭＶ・ＬＶそれぞれの損失は明確でない。 ただ、ＮＥＰＣＯだけがＭＶとＬＶの計量を行い、配電損失をＭＶとＬＶとに分けている。Fig. 4.1-1に電力量の計量の概念を示す。

4.1.2 電力損失関連記録とその分析

(1) ジョルダン電力系統全体の損失率の推移

ジョルダン電力系統の発電所の所内消費を含めた全体の電力量の損失率は、Table 4.1-1 に示すように、ここ数年間15%強で推移している。 この内、発電所の所内消費分が6%程度、送電線での損失は2%前後である事から、送配電損失の大部分は、配電側で発生している事が読み取れる。

配電側での損失電力量（%）を電力会社別に見ると、ＮＥＰＣＯが14%前後、ＩＤＥＣＯが13%強で、共にやや上昇傾向にある。 一方、ＪＥＰＣＯの配電側での損失

電力量（%）は、20年前には16%程度に達していたものが、徐々に低下し、最近では8%強まで低下しており、大きく改善されている。

(2) ＭＶ配電系統とＬＶ配電系統の損失率の推移

ＮＥＰＣＯでは、ＭＶ系統の送電電力量、ＬＶ系統の送電電力量のそれぞれが計量され、ＭＶおよびＬＶ系統の損失電力量が個々に明確にされている。

1995年度の記録によると、損失電力量（%）は配電系統全体で15.05%、ＭＶ系統が5.01%、ＬＶ系統が10.57%と高い損失率を示している。

ＮＥＰＣＯの各地域別の損失率は、Table 4.1-2 に示すとおりJordan valley が20.73%と最高値を示し、以下 Ma'anの17.18%、Tafilaの16.19%がこれに続いている。

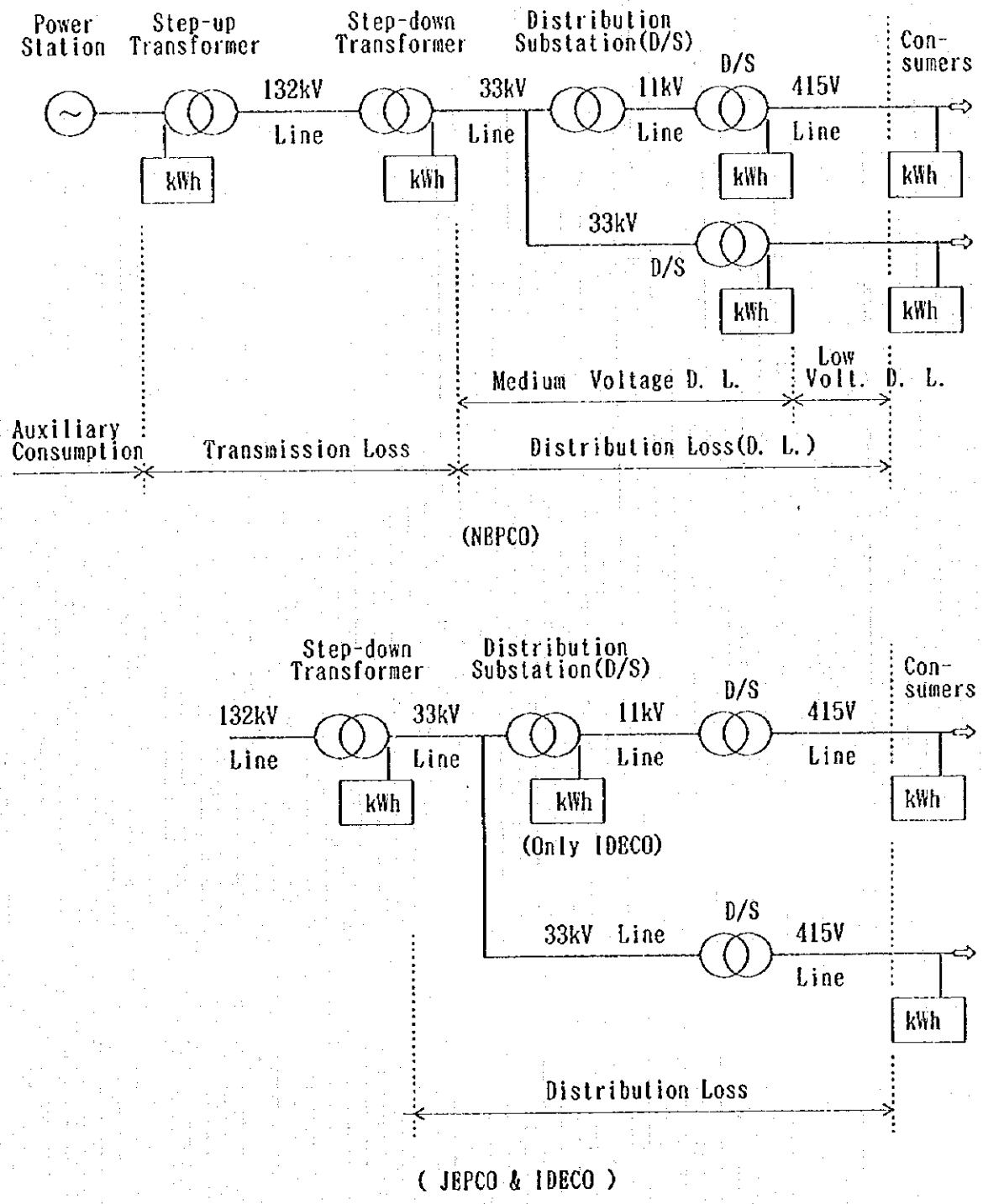


Fig. 4.1-1 Measurement Point of Energy and Loss Classification

Table 4.1-1 TENDENCY OF LOSS RATE (%)

YEAR	DISTRIBUTION				TRANS MISSION	POWER STATION	TOTAL LOSS %
	JEPCO	IDECO	JEA	SUBTOTAL			
1975	15.97						
1976	14.93						
1977	13.33						
1978	9.70						
1979	11.06						
1980	8.55						
1981	10.48						
1982	9.76						
1983	10.11						
1984	9.71						
1985	8.33						
1986	9.92						
1987	9.36						
1988	9.40		12.96				
1989	9.45		14.35	10.30	1.66	6.62	15.85
1990	8.92		12.97	9.93	2.40	6.63	15.74
1991	10.93		13.89	10.77	2.14	6.60	16.27
1992	9.50	13.17	14.32	10.88	1.90	6.55	15.81
1993	9.83	13.30	13.08	11.19	1.81	6.48	15.79
1994	8.56	13.33	14.42	10.59	1.62	6.06	15.09
1995	8.55	13.53	15.05	10.48	2.36	5.82	15.65

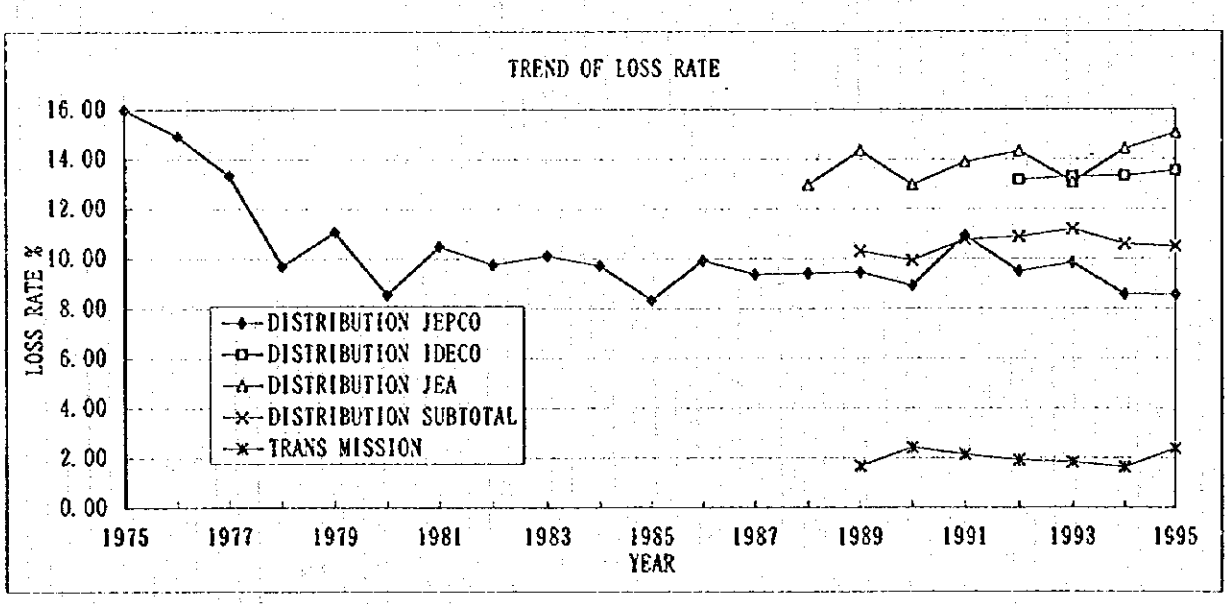
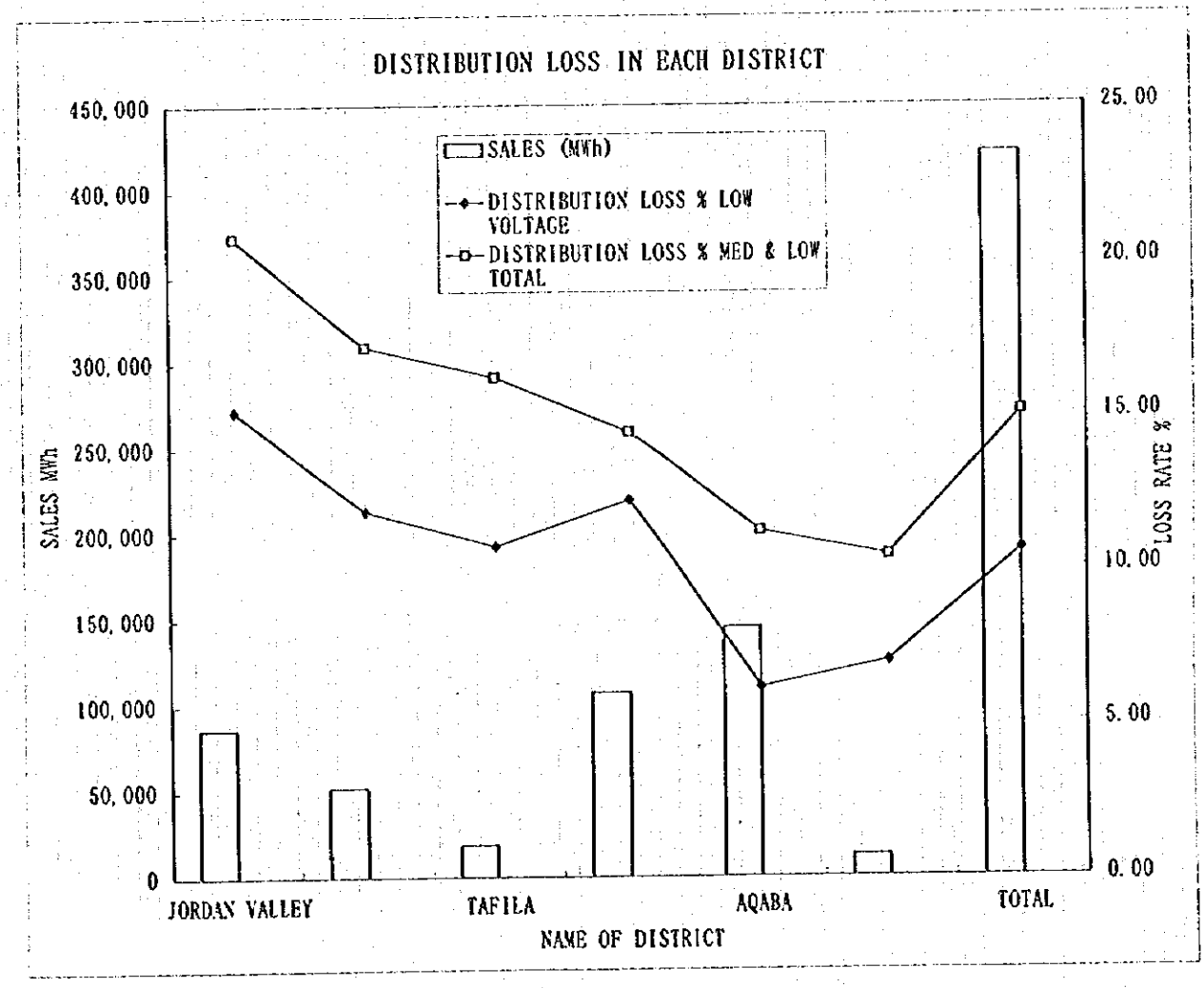


Table 4.1-2 ENERGY LOSS RATE OF EACH DISTRICT IN JEA IN 1995

DISTRICT	SENT OUT (MWh)	SALES (MWh)	DISTRIBUTION LOSS %		
			MEDIUM VOLTAGE	LOW VOLTAGE	MED & LOW TOTAL
JORDAN VALLEY	108,842	86,281	6.63	15.10	20.73
MAAN	62,965	52,146	6.05	11.85	17.18
TAFILA	22,398	18,771	6.14	10.71	16.19
KARAK	125,376	107,327	2.52	12.19	14.40
AQABA	163,580	145,268	5.40	6.12	11.19
EASTERN AREA	13,667	12,246	3.69	6.96	10.40
TOTAL	496,828	422,039	5.01	10.57	15.05



4.2　現状分析のための代表系統の計測

4.2.1 代表系統の選定

本調査を行うにあたり、ジョルダン国内の電力系統で発生する電力損失の発生箇所および電力損失率を特定することは重要なことである。　そこで、本計測は、電力損失箇所の特定、つまり、ＭＶ系統およびＬＶ系統に発生する電力損失を分類することに主眼を置いた。　併せて、ＭＶ系統に含まれる配電用変電所の変圧器損およびＬＶ系統に含まれるサービスワイヤでの損失についてのOutline もつかめるよう配慮した。

また、電力損失の特定のための計測を精度良く行うためには、膨大な時間と労力を必要とする。　そこで、調査を効率的に進めるために、全体を代表する系統を選んで測定を行い、全体の電力損失分布を推定することとした。

電力損失の現状を明確にしていくために、使用するデータは基本的にはジョルダンが所有するデータによることとするが、ジョルダンでは、送電系統の電力損失のデータは十分に整備されているが、配電系統の電力損失データは不足しているのが現状である。

そこで、このデータ不足を解消するために、調査団は配電用変圧器などに計測器を設置して計測をおこなうこととした。　ただし、本調査期間内に計測を終了させる必要があるため、ジョルダン全体のなかで代表系統を選定して、この代表系統の計測を行い、電力損失を特定することとした。

4.1 節で述べたように、電力損失記録は、ＮＥＰＣＯについては、既に地域別、電圧階級別の電力損失のデータを所有していることから、代表系統の選定は、ＩＤＥＣＯおよびＪＥＰＣＯの配電系統を対象とした。　なお、両者とも配電系統全体の損失が判っており、ＬＶ系統の損失が特定できればＭＶ系統の損失は容易に特定できるので、代表系統はＬＶ系統だけとした。

代表系統の選定に際しては、次の点に留意した。

①代表系統は、ジョルダン全体の系統の特徴をよく代表していること

②計測代表系統に接続されている需要家への販売電力量を他系統と区別して計測できること

③計測期間中に系統切替えがないこと

このような条件を満たす系統は、極めて限られてしまい、結果として、当初ねらいとしていた「ジョルダン全体を代表するもの」とは必ずしも言い難いものとなった。

ジョルダン側カウンターパートから推挙された次の４系統を代表系統として選定した。

JEPCO 代表系統	・West Theheeba substation ・Abu-Zeghan substation
IDECO 代表系統	・Juhfia substation ・Al-Rafeed substation

4.2.2 計測方法および計測工程

4.2.1 項に基づき選定した代表系統について、電力損失の特定を行うための手法として次の二つの手法を用いて計測を行う。

まず、第1の手法は、代表系統の配電用変電所の送り出し電力量およびこの代表系統に接続されている各需要家のメータの kWhの読みから損失電力量を直接計測する直接的手法である。 この手法は、配電損失率が次式によって求められることによる。

$$配電損失率 = \frac{Ws - Wc}{Ws} \times 100 \quad (\%)$$

ただし、Ws ： 変圧器送り出し電力量
Wc ： 販売電力量

この計測は、本来1年間継続実施することで、需要家側メータの読み取り時刻と変電所側積算電力量計の読み取り時刻の食い違いによる誤差を緩和することが可能である。

しかし、本調査においては計測期間が限られているため、1年間の計測が不可能である。

そこで、極力精度を上げるため、第1次現地調査時から計測を始め、5か月間の継続計測を行った。

第2の手法は、特定時間の電流や電圧などを測定し、この諸量を使用して系統解析などの手段を使って配電線、変圧器に発生する電力損失を求める解析的手法である。 解析的手法による測定は特定時点となるが、負荷のデュレーションカーブなどの負荷特性により測定された電流値をピーク時に換算したうえで解析を行う。 この結果、ピーク時の損失電力(kW)が得られる。 このピーク時間におけるkW損失をkWh 損失に変換する係数を損失係数 (Loss factor)といい、次式で計算され、年間の損失電力量 (kWh) が求められる。 なお、本調査における測定期間はジョルダンの高需要期に選定したので、計測結果はピーク値であり、ピーク値への換算は行わない。

年間損失電力量 (kWh) = ピーク時損失電力(kW) × 8,760(h) × P

ただし、P ：損失係数(年間の平均損失(W)/年間の最大損失(W))

損失係数については、Buller-Woodrowの実験式　$P=0.7f^2+0.3f$　（ただし、f は負荷率）を使用する。

(1) 計測方法

前述したように、電力損失を特定するための手法として、直接的手法と解析的手法の２通りの手法があるが、いずれを適用するかにより、電力計測の方法は異なってくる。

(a) ＬＶ系統の損失計測

ＬＶ系統の損失の計測は、直接的手法によった。Fig. 4.2-1 のように、配電用変圧器の２次側の電力量（ポイントA)とこの系統に接続されている需要家への販売電力量（ポイントB)を同一期間計測し、その差をとることにより、サービスワイヤを含むＬＶ系統の損失を求めるものである。

計測期間は、需要ピークが発生する８月を含めて極力長期間計測を行う観点から、４月から８月までの５か月間とした。　また、計測は、配電用変圧器２次側の積算電力量計および各需要家に設置してある電気料金算定のための積算電力量計を使用して行った。　一方、計測諸量は、配電用変圧器の２次側の電力量(kWh) と各需要家への販売電力量とし、販売電力量は、検針員による通常の検針値を用いる。

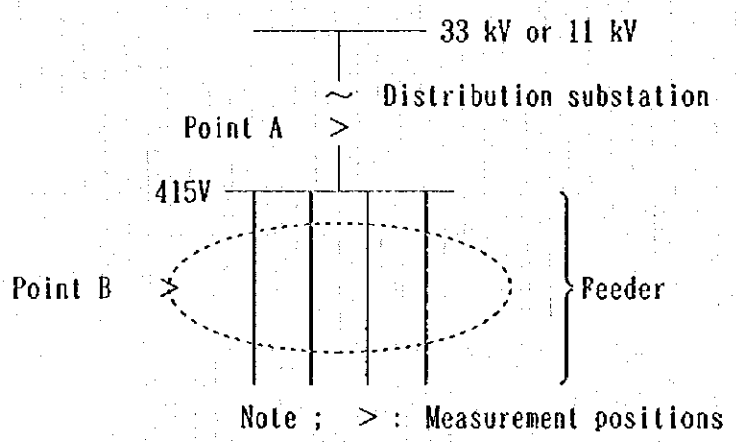


Fig. 4.2-1 Measurement system of representative power system (1)

(b) 配電用変電所の変圧器損推定のための計測

配電用変電所の変圧器損の推定は解析的手法による事とした。　このための計測は、上記計測期間中、最大電力が発生する８月に次ぎの方法で実施した。

1) 計測は、Fig. 4.2-2のように、ポイントＣにおいてロードアナライザを変圧器２次側に設置して行う。

2) 計測期間は、平日と休日の系統変化の状態を把握するために1系統につき休日（金曜日）を含む3日間とし、毎正時に記録をとる。

3) 計測器は、ロードアナライザを使用する。

4) 計測諸量は、変圧器2次側の送り出し電力(kW)、変圧器2次側の母線電圧、および力率とする。

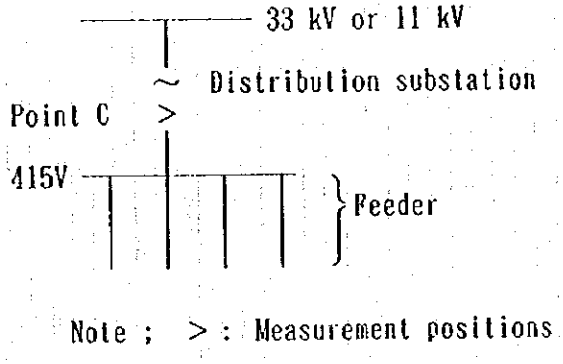


Fig. 4.2-2 Measurement system of representative power system (2)

(c) サービスワイヤ損失推定のための計測

サービスワイヤ損失推定のための計測は、解析的手法によることとした。

1) 計測は、Fig. 4.2-3のように、ポイントDにおいてクリップオンメータを使用して行う。

2) 計測時期は、最大電力が発生する8月とし、各サービスワイヤ毎に1度ずつ行う。

3) 計測諸量は、サービスワイヤ電流値、そのサービスワイヤの電線サイズ、電線相互間の距離とする。

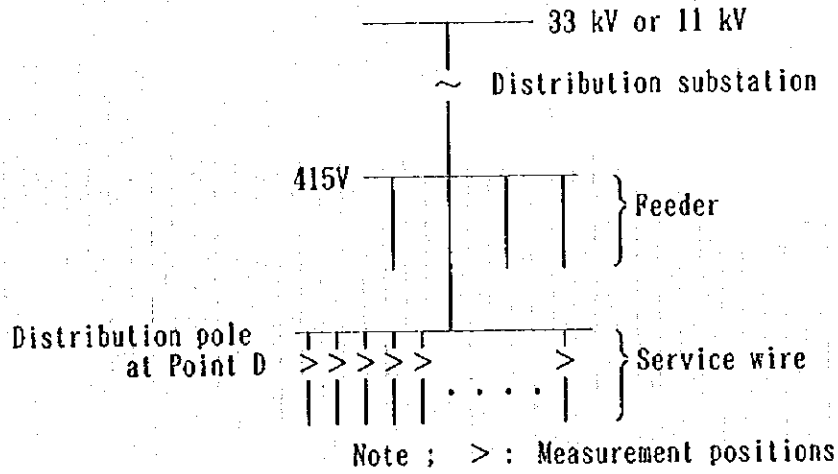


Fig. 4.2-3 Measurement system of representative power system (3)

4.2.3 計測結果

(1) ＬＶ系統の損失

ＩＤＥＣＯ、ＪＥＰＣＯの代表系統で５か月間にわたって計測した変圧器２次側電力量および需要家電力量の結果をTable 4.2-1 に示す。 ただし、ＪＥＰＣＯ(West Theheeba, Abu-Zeghan) の計測結果は４か月の合計値である。

(a) 計測結果

計測結果を下表に示す。

Table 4.2-1 Results of measuring the energy of representative systems

Juhfia (IDECO)

変圧器２次側供給電力量 (A)	需要家消費電力量 (B)	損失電力量 (C=A-B)	損失率 (C/A*100)
225,850 kWh	195,734 kWh	30,116 kWh	13.3 %

Al-Rafeed (IDECO)

変圧器２次側供給電力量 (A)	需要家消費電力量 (B)	損失電力量 (C=A-B)	損失率 (C/A*100)
242,062 kWh	227,534 kWh	14,528 kWh	6.0 %

West Theheeba (JEPCO)

変圧器２次側供給電力量 (A)	需要家消費電力量 (B)	損失電力量 (C=A-B)	損失率 (C/A*100)
126,240 kWh	120,654 kWh	5,586 kWh	4.4 %

Abu-Zeghan (JEPCO)

変圧器２次側供給電力量 (A)	需要家消費電力量 (B)	損失電力量 (C=A-B)	損失率 (C/A*100)
129,847 kWh	109,093 kWh	20,754 kWh	16.0 %

(2) 配電用変電所の変圧器損失

代表系統配電用変電所２次側における、電力と力率、電流、および相間電圧の計測結果をAppendix 4.2-1～ 4に示す。 また、そのチャートをAppendix 4.2-6～ 9に示す。

(a) 計測結果

1) 低圧配電系統の平日、休日による需要変動の違いは小さい。 また、力率についても、時間変化は大きくなく、ほぼ一定値で推移している。 ただし、力率は全般的にかなり悪く、３変電所でその平均力率が0.8 以下となっている。 最小はWest Thehheba の0.77である。

2) 各相電流値のバランスは、地域によって異なるが、全般的に大きく、このため、中性線電流が本線と同程度といったケースも見受けられる。 ピーク時のアンバランスファクタは、最小がWest Theheeba の0.11、最大がAbu-Zeghanの0.62である。 中性線電流は、最小がWest Theheeba の41Ａ、最大がAbu-Zeghanの85Ａである。

3) 相間電圧は、各相間ともバランスがとれている。

4) 電圧降下は、需要が高い夕方の時間帯で著しく大きい。 特に、West Theheeba の相間電圧は、最大で定格電圧415Vに対して12%の低下である。

以上のとおり、代表系統は、平日と休日の負荷傾向に大きな差がないこと、力率は時間による変動が少ないこと、ピーク時の電圧が大きく低下していることから、解析に使用するデータは、３日間のピーク時の平均値を使用する。

この３日間のピーク時平均値は、８月の猛暑時の計測結果であるから、年間の最大値と仮定して解析に使用する。

計測期間中の４代表系統のピーク発生時の３日間の電力平均値、平均力率、各相電流平均値、相間電圧平均値をTable 4.2-2 に示す。

Table 4.2-2 Results of measuring the representative power systems

		Juhfia	Al-Rafeed	W. Theheeba	Abu-Zeghan
ピーク電力 (W)		129,333	134,033	137,133	76,417
平均力率		0.781	0.852	0.769	0.773
電流 (A)	A相	200.5	210.8	293.3	189.5
	B相	246.3	273.7	264.0	156.1
	C相	284.7	245.7	263.3	98.5
	中性線	76.9	47.1	41.0	84.5
	ｱﾝﾊﾞﾗﾝｽﾌｧｸﾀ	0.345	0.258	0.110	0.615
電圧 (V)	A-B 間	394.9	384.8	373.3	385.4
	B-C 間	392.5	381.3	377.4	386.8
	C-A 間	393.4	382.1	372.2	385.0

(b) 変圧器の損失電力および電力量の算定

この計測結果を使用して、変圧器の損失電力および電力量を算定した。

Table 4.2-3 Power Loss in Transformers of the representative power systems

		Juhfia	Al-Rafeed	W. Theheeba	Abu-Zeghan
ピーク電力	(kW)	129.333	134.033	137.133	76.417
	(kVA)	165.599	157.316	178.326	98.858
変圧器２次側電力量 (kWh)		804,400	833,632	852,912	475,283
変圧器	容量 (kVA)	250	250	250	200
	鉄損 (kW)	0.510	0.510	0.510	0.463
	銅損 (kW)	2.248	2.248	2.248	1.853
	年間鉄損 (kWh)	4,467.6	4,467.6	4,467.6	4,055.9
	年間銅損 (kWh)	4,900.9	4,422.9	5,683.1	2,249.5
	年間変圧器損失 (kWh)	9,368.5	8,890.5	10,150.7	6,305.4
	年間変圧器損失 (%)	1.16%	1.07%	1.19%	1.33%

ここで、

変圧器２次側電力量（kWh）＝ピーク電力×Load Factor（ =0.71 ）×8,760

年間銅損（kWh）＝銅損（kW）×A×A×Loss Factor(=0.5672)×8,760

$$A = \frac{\text{ピーク電力（kVA）}}{\text{変圧器容量（kVA）}}$$

(3) サービスワイヤ

(a) サービスワイヤの計測結果

サービスワイヤの計測結果をAppendix 4.2-5に示す。

(b) サービスワイヤの損失電力量の算定

サービスワイヤの電流計測結果を使用して、電線に流れる負荷電力量１Ｗｈ当たりの電力損失量(Wh/Wh)を算出する。

損失電力量(Wh)＝（電流値)^2 × 導体抵抗 × 損失係数 × 8,760(h)

負荷電力量(Wh)＝電流値 × 対地電圧 × 力率 × 年負荷率 × 8,760(h)

以上より算出した、サービスワイヤ毎の負荷電力量１Ｗｈ当たりの損失電力量(Wh/Wh) はAppendix 4.2-5に示した。 なお、これの各変電所毎の平均はTable 4.2-4 のとおりである。

Table 4.2-4 Mean values of energy loss in service wires

	Juhfia	Al-Rafeed	West-Theheeb
負荷電力量１Ｗｈ当たりの損失電力量（%）	0.030	0.059	0.155

この数値からも判るように、サービスワイヤの損失電力量は、ＬＶ系統の損失電力量に比べて極めて小さく、無視できるものと判断される。

4.3 代表系統における電力損失の分布

(1) サービスワイヤの損失電力

これはTable 4.2-4 の数値が示すとおり、極めて小さいので無視できる。

(2) 配電線の損失電力

Table 4.2-1 に示したとおり、配電用変圧器から供給された電力量のうち4.4 ～ 16 %がＬＶ配電線で損失となっている。

Jufia	13.3 %
Al-Rafeed	6.0 %
West Theheeba	4.4 %
Abu-Zeghan	16.0 %
平均	9.9 %

(3) 配電用変圧器の損失電力

Table 4.2-3 に示したとおり、ＭＶ系統から配電用変圧器に供給された電力量のうち1.1 ～ 1.3%が配電用変圧器で損失となっている。

Jufia	1.2 %
Al-Rafeed	1.1 %
West Theheeba	1.2 %
Abu-Zeghan	1.3 %
平均	1.2 %

したがって、配電用変電所の受電電力量の1.2%程度が変圧器での損失電力量と考えられる。

4.4　ジョルダンにおける電力損失の分布

全ジョルダンの1995年の全発電電力量は5,365GWhで、この内、実際に販売されたのは4,525GWhである。　全損失電力量は840GWhで、全発電電力量に対して15.65%の損失である。　送配電系統での損失電力量は504GWhで、全発電電力量に対して9.4%の損失である。Table 4.4-1に、1995年のジョルダンの電力損失の分布を示した。

(1) 送電系統の損失電力量

1995年に132kV 系統に送電された電力は4,612GWhで、この内、損失は109GWhである。これは、全発電電力量の2%に相当する。

(2) 配電系統の損失電力量

1995年にジョルダンの配電系統に送電された電力は3,768GWhである。　この内、販売電力量は3,373GWh、損失電力量が395GWhで全発電電力量の7.4%である。　損失電力量395GWhのうち、ＭＶ系統で117GWh(2.2%)、ＬＶ系統で278GWh(5.2%)発生したと推定される。（ Table 4.4-1、Appendix 4.4-1参照）　なお、4.3 節で述べた配電用変圧器での損失1.2%は全発電電力量の0.8%に相当する。（計算は次の式による）

$$\text{変圧器損失率 2} = \frac{\text{変圧器損失電力量}}{\text{全発電電力量}}$$

$$\text{変圧器損失率 1} = \frac{\text{変圧器損失電力量}}{(\text{販売電力量} + \text{ＬＶ系統損失電力量} + \text{変圧器損失電力量})}$$

$$\therefore\ \text{変圧器損失電力量} = \frac{(\text{販売電力量} + \text{ＬＶ系統損失電力量}) \times \text{変圧器損失率 1}}{(1 - \text{変圧器損失率 1})}$$

$$\text{よって、変圧器損失率 2} = \frac{(\text{販売電力量} + \text{ＬＶ系統損失電力量}) \times \text{変圧器損失率 1}}{(1 - \text{変圧器損失率 1}) \times \text{全発電電力量}}$$

$$\therefore\ \text{変圧器損失率 2} = ((3,373+278) \times 0.012/((1-0.012) \times 5,365) = 0.00827$$

ここで、変圧器損失率１は受電電力量に対する損失率、変圧器損失率２は全発電電力量に対する損失率である。

送電損失			2.0%
配電損失	ＭＶ	線　路	1.4%
		変圧器	0.8%
	ＬＶ		5.2%

損失率は、ＬＶ系統が全般的に高い傾向にあると言える。　以上のような損失率の実態から見て、本調査では電力損失低減対策の重点を配電系統におく必要がある。

Table 4.4-1 Estimation of Energy Flow

Applying Results of Measuring the Electrical Energy of Representative System

Gene.	Aux. Cons.	Supplied to MV Systems	Sent out to Industrial & Others	Sold Energy to Industrial & Others	Sent Out to Retail Sale	Retail Sale	Loss Rate of Aux. (%)	Loss Rate of T/M (%)	Loss Rate of Line to Industrial & Others (%)	Loss Rate of Distribution %		Loss Rate Total (%)
										MV Part	LV Part	
*1	*1	*2	*2	*2	*1	*1	*1			*3	*3	
5,365	312	4,944	1,176 (Wmm)	1,152 (Wem)	3,768 (Wml)	3,373 (Wrl)	5.8	2.0	0.4	2.2	5.2	15.66

Note *1 : JEA's 1995 Annual Report (P28)

Note *2 : Estimated from JEA's 1995 Annual Report (P28)

Note *3 : Estimated Value