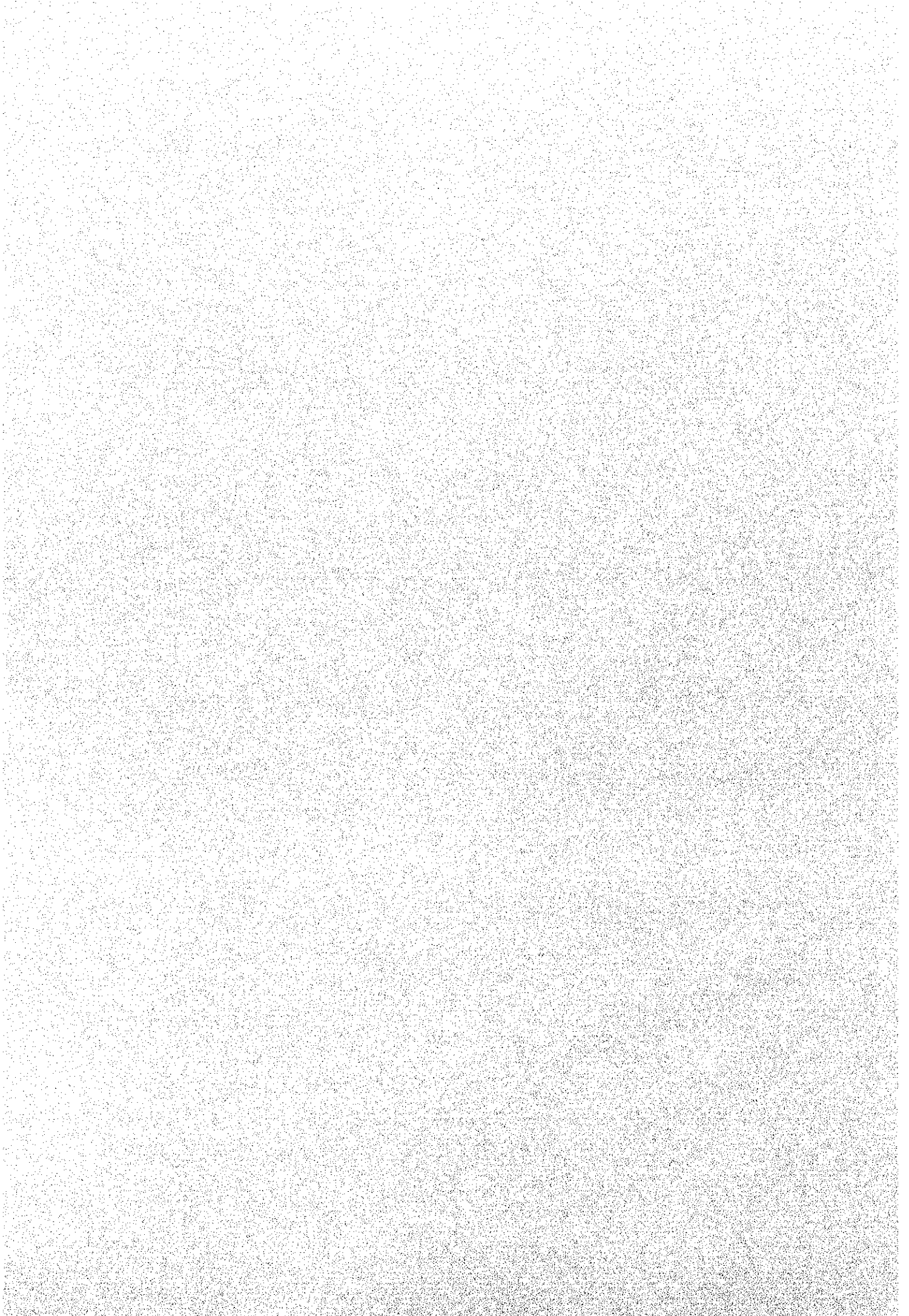


## 第3章 ジョルダン国の社会・経済



### 第3章 ジョルダン国の社会・経済

基本的な事項は、送配電網電力損失低減計画の予備・事前調査報告書（1996年1月）および本格調査報告書（1997年5月）に紹介されているので、参照されたい。本章では、これらの報告書を参考にした概略、及び最近の状況について述べる。

#### 3-1 社会・経済の概要

##### (1) 一般指標

国土面積	91,860km <sup>2</sup>
人口	5,72 百万(1997 年央)
主要都市人口 (1996 年末)	
Amman(首都)	123,1(万)
Zarqa	58,5(万)
Irbid	37,3(万)
Salt	16,7(万)
Mafrag	10,2(万)
Amman の気候(海拔 777m)	
気温最高: 8 月	14~37°C
気温最低: 1 月	0~16°C
乾期: 5 月~8 月	降雨量 0mm
雨期: 2 月	降雨量 75.5mm
言語	アラビア語、英語
尺度	メートル法、但し 1dunum= 0.1ha= 1000m <sup>2</sup>
通貨	ジョルダンディナール(JD) (Jordanian dinar) = 100 ピアストル(piastres) = 1000 フィル(filis)
為替レート	1\$ = 0.709JD
時間	GMT+ 2 時間 (日本より 7 時間遅れ)

国土の 80%は土漠地帯であり、二つの縦走する山脈とその間の死海を含む。耕作可能地域はジョルダン渓谷に限られる。Aqaba に唯一の海港を有する。

- (2) 12 の洲(Governorate)、20 の県(district)、36(sub-district)の郡が置かれ、郡の下には支庁とも呼ぶべき 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)と呼ばれる。
- (3) 会計年度は暦年と同じ 1 月 1 日に始まり 12 月 31 日に終わる。
- (4) 平均所帯規模は 1 所帯当たり約 6.1 人である。
- (5) 全労働人口約 85 万 9,000 人の 51%相当が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。商業活動に 15%、鉱業および製造業関係に 11%、建設業関係に 7% 従事している。国内総生産 GDP に占める産業別の寄与率は、公共サービス部門の 19%、金融業・保険業・不動産業・役務サービス部門の 18%、輸送業・倉庫業・通信部門の 12% および製造業の 11% などである。農林業関係は 6% と極めて低い。

- (6) 貿易に関しては、全輸出額の 26% 以上が薬品医療等の化学製品、同じく 21% 以上が燐灰岩、カリ等の原材料で、この 2 部門だけで半分近くを占めている。一方、全輸入額の 40% 以上を機械・輸送機器および製造業の両部門で占めている。1967 年以降、例外なく輸入が輸出を上回っていた。
- (7) 工業生産に関して、生産量の伸び率が高いものは鉱業に属する燐灰岩、カリ、製造業に属する繊維製品、製造業部門以外では石油製品、セメント、肥料である。
- (8) 農業生産はヨルダン渓谷地域のみで、畑作物、野菜類、果実等の栽培を行っている。近年の生産量は減少の一途をたどり、パンの主原料となる小麦の生産量が大きく減少している。
- (9) ヨルダン国には 1994 年現在、総延長 6,856km の道路がある。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 である。
- (10) 家計収入に関して、最も所得が高いのが工業に従事する所帯、2 番目が金融業・銀行業、3 番目が商業・レストラン・ホテル業である。1992 年時点の一所帯当たりの年平均所得は、4,607JD で、全支出に対する食費の割合が 47% で、エンゲル係数として極めて高い。

### 3-2 社会・経済事情

#### (1) 政治動向

フセイン国王 62 才は、すでに在位 46 年で癌性の疾患があり、これに関連して後継問題や政治の不安定が取り沙汰されている。イラクとは深い経済的な関係がありながら、イスラエルとの平和的關係や米国との協調は保っている。イラクやシリアはこれを望んでいない。中東和平上の問題と、最近ではアジアの経済停滞が、政治と経済の重荷になっている。中東和平の進展が混乱しているため、経済成長率は 2% を割る状況とも言われている。政府が社会開発政策に消極的なため、騒乱を招くこともある。主食である小麦の例のように、価格政策でも政府と業界との対立、民間の不満がある。また、肥料会社が積極的な増資を行い、肥料価格を高騰させている。国営の会社を、部分的に民営化して活性化することに、活路を求めている。NEPCO はその代表的な例であり、国有セメント会社や国営航空 Royal Jordanian Airline にも一部民営化の動きがある。

米国石油会社 AMOCO によるパイプラインによるエジプトからの天然ガス供給の契約がまとまり、政府は最初の発電所の導入を計画している。

(2) 政府財政状況は

(単位:百万 JD)	1996	1997	1998(予算)
歳入	1,764	1,845	1,950
国内収入	1,518	1,590	1,704
税金	N/A	915	1,081
非税金	N/A	675	696
国外援助	191	185	187
金利	55	70	59
歳出	1,688	1,847	1,987
金融	1,294	1,469	1,565
建設	877	577	585
軍事	417	301	318
投資	394	378	422
収支	76	-2	-37

貧困と雇用対策が最も重要な施策である。失業率は公式には 15%であるが、実質的には 27.5%に達するとも言われている。特に、貧困対策については、ドイツや世銀の援助を求めている。

(3) 経済と貿易

経済成長率は 1997 年に 5.3%と緩やかに下がっている。年間輸出高は 18 億\$から 19 億\$に約 4%増加し、輸入高は 38 億\$から 36 億\$以下に下がると予想されている。1997 年については 1 月から 10 月について見ると

表 3-2-1 主要経済指標

	1996	1997
GDP(億 JD)	51	56
GDP(億\$)	73	79
GDP 増加率(%)	5.2	5.2
消費者物価上昇(%)	6.5	2.9
輸出 FOB(億 m\$)	18.17	18.86
輸入 FOB(億\$)	38.18	35.70

表 3-2-2 輸出入指標

(単位:百万 \$)	1996	1997(*)
輸出 FOB	1,482	1,539
国産品輸出	1,102	1,267
再輸出	291	272
輸入 CIF	3,547	3,307
収支	-2,065	-1,709

(\*) 1JD = 0.709\$

30 年来続いていた貿易赤字が、輸入減と言う理由で減少しつつはある。しかし、累積貿易赤字は 68 億\$に達している。主な対外債務は 1997 年 10 月において日本(16.8 億\$, 27.4%)、世界銀行(7.45 億\$, 8.7%) IMF(3.87 億\$, 6.3%)等で総額 61.23 億\$である。また、国連の承認を得たイラクの会社との契約額は 5 千万\$に達した。

### 3-3 エネルギーと産業、輸送事情

#### (1) エネルギー状況

1989年に北東部で天然ガスが発見されるまでは、エネルギー源は完全に輸入に依存していた。現在では、年間55億立方フィートの産出で、ガスタービンでエネルギーの8%をまかなうようになっている。等価油量としては、石油3.93百万tに対して天然ガス0.20tである。

主力の火力発電には、主としてイラクから原油を1日当り約96,000バレル輸入・精製して使用している。これは国連の認可を得ているが、米国の強い要求から、サウジアラビアも供給しようとしている。しかし、イラク原油の方が安価に設定されているため、折り合いがつかない。火力発電は約85%のエネルギーを供給しており、主力はZarqaからAqabaに移りつつある。水力、石炭は期待できず、将来太陽光や風力を使うことも検討されている。

#### (2) 天然ガスの導入

米国AMOCOによって天然ガスをエジプトのナイルデルタから2001年から輸入する計画がある。Aqaba迄パイプラインを建設し、AmmanとZarqaに送るもので政情不安のイラク国からの原油輸入による発電のみならず、カリヤリンの肥料産業でも肩代わりして行くものである。このため、Aqabaから北方に270kmのパイプラインを布設する。(4億\$)最初の民営として300~400MW級の発電所を2001年迄にBOTベースで建設する。

- (3) 1993年から1997年迄、発電量の成長率は7.6%であったが、前記の対応で2002年~2005年も電力需要の伸び7%にも応えることができる。

表 3-3-1 発電量(GWH)

	1993	1994	1995	1996	1997
出力	4,435	4,728	5,252	5,686	5,941

- (4) 国営のジョルダンセメント会社(JCF)もクリンカー(焼塊)の生産量は約3000ktonと横ばいで低迷している。国外資本(エジプト投資銀行、EFG Hermes)を導入することで一部民営化し、アジア経済危機による輸出減などを回復しようとしている。
- (5) 国営航空会社Royal Jordan 航空(RJ)も多額の負債を抱え(846m\$, GDPの1/10)ながら、湾岸危機以来最悪の業績で、過剰人員の縮小、路線変更、機種変更等の対策を試みている。10年来問題となっている民営化について国外の二社を指名し、検討している。

表 3-3-2 経済構造

経済指標	1993	1994	1995	1996	1997
名目 GDP(市場価格;百万\$)	5,487	6,012	6,646	7,259	7,907
実質 GDP 成長率(1987年価格;%)	5.2	7.9	6.9	1.0	2.8
消費者物価上昇率(平均;%)	3.3	3.5	2.3	6.5	3.1
人口(年中央;百万)	4.94	5.20	5.44	5.58	5.72
輸出 FOB(百万\$)	1,246	1,425	1,770	1,817	1,834
輸入 FOB(百万\$)	3,145	3,004	3,288	3,818	3,646
収支(百万\$)	-629	-398	-259	-222	15
保有高(金を除く;百万\$)	1,632	1,692	1,972	1,759	2,125
全対外債務(百万\$)	7,609	7,708	8,111	8,118	8,054
債務比率(対サービス;%)	15.2	13.6	12.7	12.3	11.7
為替レート(平均;JD:\$)	0.693	0.699	0.700	0.709	0.709

GDP の生成(1997)	内訳(%)	GDP の構成(1997)	内訳(%)
政府サービス	18.4	民間消費	66.3
製造業	16.2	政府消費	22.3
金融業、保険業および不動産業	17.6	固定投資	33.1
輸送業および通信関係	14.5	株式投資	0.5
商業、レストランおよびホテル業	11.2	商品とサービスの輸出	49.9
建設業	8.01	商品とサービスの輸入	-72.1
市場価格 GDP(他を含む合計)	100.0	市場価格 GDP	100.0

主要輸出(1997)	百万\$	主要輸入(1997)	百万\$
燐	190	電気および非電気機械	653
医薬品	186	輸送機器および予備品	494
製品	156	原油	410
カリ	139	鉄および鋼	159
肥料	132	医療品および薬品	129
動物、野菜油および脂肪	122	繊維および織物	116
他を含む合計	1,834	他を含む合計	4,103

主要輸出先(1997)	内訳(%)	主要輸入元(1997)	内訳(%)
イラク	13.3	イラク	12.5
サウジアラビア	13.2	ドイツ	10.0
インド	9.1	米国	9.4
アラブ首長国連合	5.2	イタリア	5.9
クウェイト	3.2	英国	4.8
レバノン	2.7	サウジアラビア	3.5

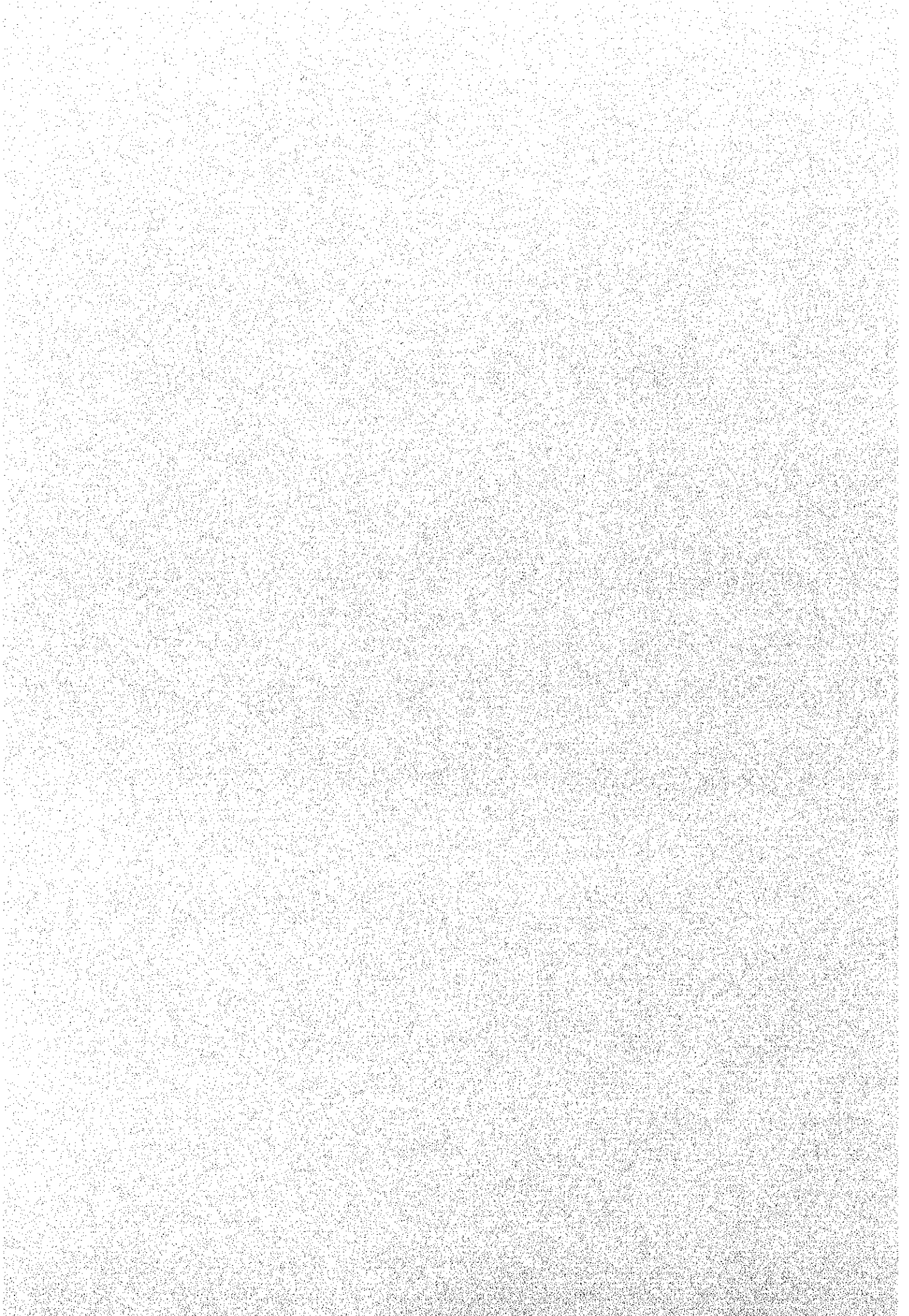
政府財政(百万 JD)	1996	1997	1998(予算)
歳入	1,764	1,845	1,950
歳出	1,688	1,847	1,987
黒字/赤字	76	-2	-37

出典:EIU Country Report 1998





## 第4章 ジョルダン国の電力事情



## 第4章 ジョルダン国の電力事情

### 4-1 電力供給体制

#### 4-1-1 ジョルダン国の電力供給体制と構造改革の動向

1998 年末現在のジョルダン国電力供給体制は、エネルギー・鉱物資源省の傘下、National Electric Power Company (NEPCO)、Jordan Electric Power Company (JEPCO)、Irbid District Electricity Company (IDECO)の3社から構成されている。NEPCO は 100%国営で発電、送電、JEPCO/IDECO への電力卸供給、NEPCO サービスエリアでの配電、料金設定、電力業界の組織化・技術的協力等を行っている。JEPCO は資本の約 14%が自治体(Municipality)所有でアンマン及びその周辺域での配電事業を行っている。IDECO は政府が約 13%を所有するイルビット地方の配電事業会社である。

ジョルダン国政府は経済改革計画に沿って規制緩和と民活を電力部門にも推し進めるため General Electricity Law を改定し、NEPCO の民営化を進行中である。NEPCO は近々施行される新電力法(New Electricity Law) の基、3つの会社(発電会社、送電会社、配電会社)に分割されることになっている。発電部門と配電部門は、今後段階的に民営化に移行する一方、送電・給電指令部門は引き続き国営会社として政府が所有することになる。新法施行は、本年 12 月とも言われていたが、現在未だ実施にいたっていない。NEPCO の 1997 年 Annual Report によると、それら3会社は登記済で、以下の名前が付けられている。

送電会社	: National Electric Power Company
発電会社	: Central Electric Power Generating Company
配電会社	: Electric Power Distribution Company

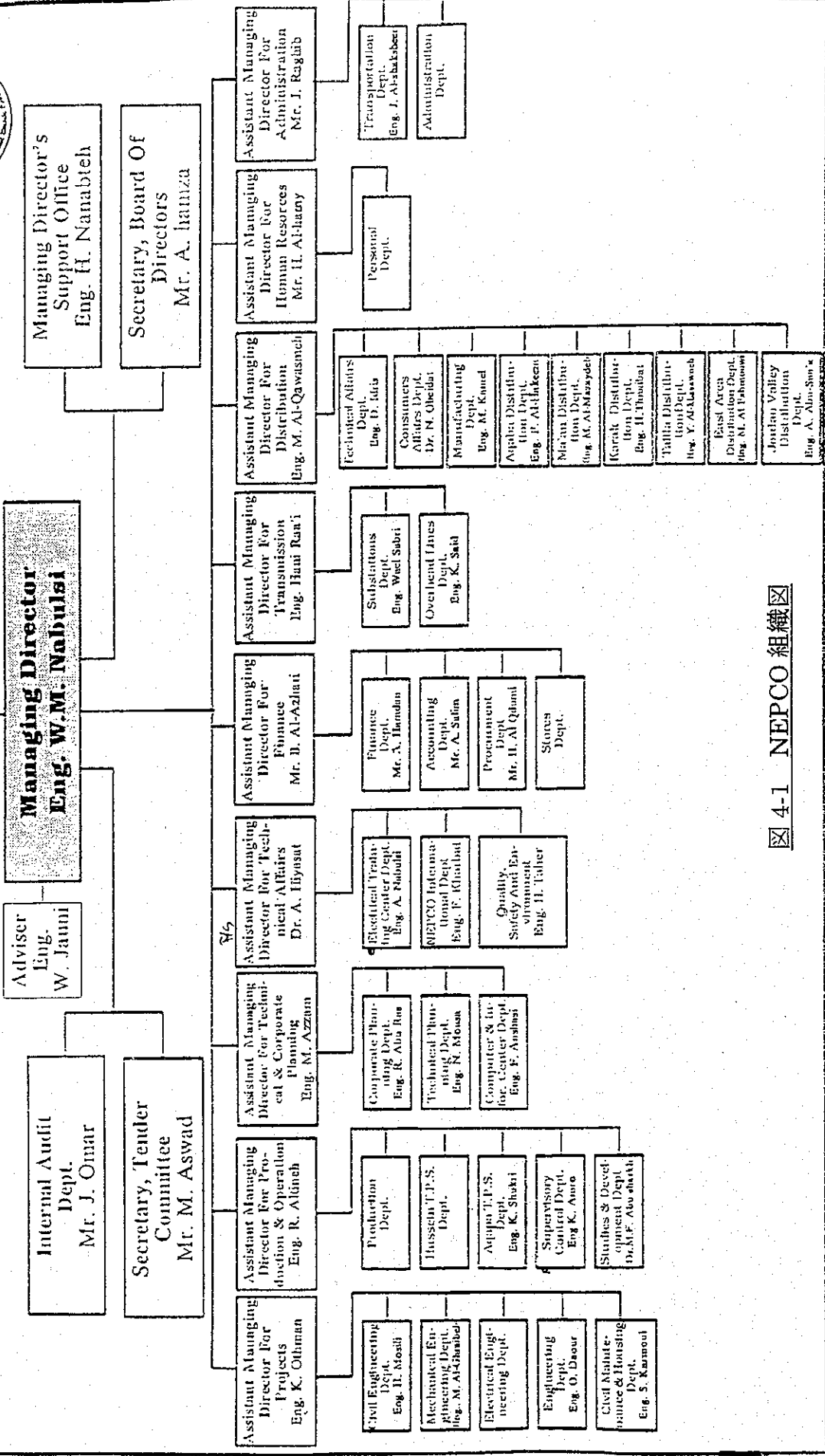
新電力法の下では、電力セクター構造改革の一環として、新規に独立電力事業者(IPP)の参入を促進していくことになっているが、その様な体制を確立するために、エネルギー・鉱物資源省とは別に、規制・調整委員会(Regulatory Commission)が内閣の下に設立される予定である。当委員会は5名のメンバーから構成され、基本的には中立的な立場にある民間人からメンバーが選定される可能性が高い。その主な権限は電力料金決定、新規事業者への許認可、事業者監督、企業間調停が挙げられる。その結果、エネルギー・鉱物資源省はエネルギー政策の立案のみを行うことになる。

#### 4-1-2 NEPCO の現行組織

NEPCO の 1998 年現在の組織図を表 4-1 に示す。総裁の下に9つの部署がある。配電計画・運用に関わりの深い部署は、技術・企業企画部(Technical & Corporate Planning)及び各地域の運営を統括する配電部(Distribution)である。NEPCO は JEPCO 管轄区域(アンマン近郊)及び IDECO 管轄区域(イルビット近郊)を除く全土を所管しており、それらは Aqaba・Ma'an・Karak・Tafila・Jordan Valley 及びジョルダン東部の6区域に分割されている。

# National Electric Power Co. Organisation Structure 1998

## Board Of Directors



4-1 NEPCO 組織図

## 4-2 電力設備の現状及び計画

### 4-2-1 発電設備

発電設備の大部分は蒸気、ガス、ディーゼルによっている。Aqaba P.S.の第二期 130MW x 2 建設には遅れがあったが、最終段階を迎えている。

表 4-2-1 発電設備

運転中の設備容量(MW)	蒸気	ガス	ディーゼル	風力	水力	計
1.NEPCO	623	462	56.5	1.4	7	1149.9
HusseinThermal P.S	33 x 3	14 x 1				395
	66 x 4	18 x 1				
Aqaba Thermal P.S.	130 x 2				3	263
Aqaba Central P.S.			3.5 x 2			22
			5 x 3			
Marka P.S.		18 x 4	30			102
Al-Risha P.S.		30 x 4				120
Amman South G.T.		30 x 2				60
Karak P.S.		18 x 1				22.5
King Talal Dam					4	4
Wind Energy				0.3		0.3
Hofa Wind Park				0.225 x 5		1.1
Rehab P.S.		30 x 2				60
		100 x 1				100
2.他の会社	73		45.5			118.5
計	696	462	102	1.4	7	1268.4

### 4-2-2 送変電設備

- (1) NEPCO は Amman South と Aqaba の間を 132kV で送電していたが、これを所期の 400kV に昇圧した。最近、400 kV 海底ケーブルを介したエジプトとの連系の試送電を開始した。シリアとの 230KV による連系は現在も両側で建設中である。
- (2) NEPCO は JEPSCO と IDECO の配電系統を強化するために、Tarq と Abdoon の 132/33 kV 変電所 を建設中である。Marka と Bayader 間の 132kV 送電系統を建設中である。
- (3) 1997 年末の送電線全長と変電所の全容量を以下の表に示す。

表 4-2-2 送電線全長

送電線電圧(kV)	66	132	230	400
1997 年末の送電線(回路-km)	17	2124	17	670

表 4-2-3 変電所容量

変電所(kV/kV)	400/132	33/11	66/33	132/6	132/33	230/132
1997 年末の全容量(MVA)	1280	150	10	75	1989	200

表 4-2-4 1997 年末配電線全長(km)

電圧 (kV)		33	11	6.6	0.4
NEPCO	架空線	1,510.4	337.3	4.2	2,693.9
	ケーブル	15.4	107.0	3.5	283.0
	計	152.8	444.3	7.7	2976.9
JEPCO およ び IDECO	架空線	3,492.4	309.7	354.4	14,243.9
	ケーブル	453.5	806.4	795.7	1,267.4
	計	3,945.9	1,116.1	1,150.1	11,511.3

表 4-2-5 1997 年末配電変電所(MVA)

電圧 (kV/kV)		33/10/6.6	11/6.6	33,11,6.6/0.4	33/0.4	11,6.6/0.4
NEPCO	1996 年末		147.0	405.6		
	1997 年設置			86.6		
	計		147.0	492.2		
JEPCO およ び IDECO	1996 年末	877.4			566.2	1622.4
	1997 年設置	80.0			41.0	163.0
	計	957.4				1785.4

## 4-2-3 配電設備

## (1) ジョルダン国の配電設備

- (a) ヨルダン国の配電設備は 33kV 以下を総称しており、1次配電電圧(中圧側配電電圧)MV は 33kV、11kV および 6.6kV であり、2次配電電圧(低圧側配電電圧)LV は 415V である。33kV は 132kV から、11kV および 6.6kV は 33kV から降圧している。
- (b) 中圧側配電線 33kV は、架空配電線が主として農村や郊外地区で、11kV ケーブル(一部では 6.6kV ケーブル)が一般的に採用されている。
- (c) 低圧側配電線は、415V3相4線式で、市街地、農村とも殆どが架空線である。一部の都市内でケーブルが用いられている。
- (d) 低圧側架空線の架線方式は1回線6本から構成される。すなわち、架空地線、3相線(R、S、T)、街路灯用線(T')、中性線からなる。街路灯用線(T')は、計量のために専用線が設けられている。
- (e) 電柱は木柱(旧)、コンクリート柱、鉄柱がある。鉄柱の場合、架空地線が省かれ、架線は5本となる。電話回線との共架はきわめて少ない。
- (f) 33/11kV,33kV/415V,11kV/415V,6.6kV/415V 配電用変圧器は、市街地では建家またはキュービクル収納され、その他の地区では、地上設置または電柱に装架されているのが一般的である。

## (2) 中圧側 33kV(MV)

電線サイズが小さく、配電線が極めて長い。(途中に電圧調整器を設ける場合がある) 低圧側 415V(LV)。

- (3) 比較的容量の大きい配電変電所から長い配電線に沿って給電する。
- (a) LV 側は分電盤の4~6フィーダが地中ケーブルを介して電柱で持ち上げられ架空線に接続される。(ケーブルには余裕がある)
  - (b) 街灯用のフィーダを三相の内の一相から取る。
  - (c) 現在まで電流不平衡を十分検討せずに一般需要家に給電したため、相間の不平衡が大きい。(中性線にも大きい電流が流れる)
  - (d) 架空線が細い(断面積が小さく、抵抗が大きい)。
  - (e) 配電羽線の末端近くでは電圧降下が大きい。

#### 4-2-4 電力設備の計画

##### (1) NEPCO

- (a) Aqaba 火力発電所 (ATPS) プロジェクトの第2期工事 (3×130MW、200mJD) が完成に近づき、1999 年に3号機が稼動すると、全発電設備容量は 1,658MW となり、2001 年末までの電力需要増に十分応えることができる。
- (b) これによって、ATPS の全発電量 (5×130MW) を北部の負荷中心およびエジプトとシリアとの連係に送電できて、系統が強化される。
- (c) QAIA から死海東岸の観光開発地点までの 132kV 送電線および 132/33kV 変電所を 2000 年までに建設する計画である。(現在は Jordan Valley から一時的に給電中である。)
- (d) 米国 AMOCO によって天然ガスをエジプトのナイルデルタから輸入する計画がある。Aqaba 迄パイプラインを建設し、Amman と Zarqa に送る。Aqaba から北方に 270km のパイプラインを布設して、300~400MW 級の発電所を 2001 年迄に BOT ベースで建設する。

#### 4-3 電力需給状況及び将来予測

##### 4-3-1 電力需要

ヨルダン全体の 1997 年における最大電力需要は 1,003MW で、民間企業自家発電を除く電力系統に接続された発電設備からの供給分 (Interconnected System) は 971MW であった。表 4-3-1 に過去 6年間の推移を示す。

表 4-3-1 最大電力需要

年	全ヨルダン			系統供給分	
	最大電力 (MW)	輸出分 (MW)	合計 (MW)	最大電力 (MW)	伸率
1992	683	38	721	667	14.0%
1993	749	-	749	717	7.5%
1994	825	-	825	794	10.7%
1995	894	-	894	862	8.6%
1996	934	-	934	902	4.6%
1997	1,003	-	1,003	971	7.6%

#### 4-3-2 電力消費量

ヨルダン全体のセクター別電力消費量及び供給先別消費量を表 4-3-2、4-3-3 に示す。

表 4-3-2 セクター別電力消費量(GWh)

	一般家庭	産業	商業	灌漑ポンプ	街灯	その他	合計	年率
1992	1,074	1,342	378	688	83	109	3,674	
1993	1,192	1,449	425	702	94	119	3,981	8.4%
1994	1,317	1,519	476	768	114	136	4,330	8.8%
1995	1,422	1,677	524	885	119	151	4,778	10.3%
1996	162	1,773	578	921	128	160	5,122	7.2%
1997	1,628	1,799	603	936	141	174	5,281	3.1%

表 4-3-3 供給先別電力消費量(GWh)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	伸率 1997/1996
NEPCO 配電分	325.3	360.2	376.7	414.6	471.1	488.3	3.7%
JEPCO 配電分	1,734.1	1,935.2	2,190.0	2,381.8	2,597.5	2,727.6	5.0%
IDECO 配電分	415.0	460.1	516.8	575.8	642.2	673.4	4.9%
民間企業自家発	915.1	949.3	982.4	1,074.8	1,075.2	1,051.6	-2.2%
Queen Alia Airport	37.9	40.2	39.9	40.5	42.3	42.9	1.4%
Water Authority	235.4	225.2	207.8	276.8	278.3	282.7	1.6%
Haraneh	9.5	9.2	14.6	12.1	13.9	12.9	-7.2%
その他	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	-
合計	3,674.3	3,981.4	4,329.7	4,777.9	5,122.0	5,280.9	3.1%

電力消費量を供給先別に見ると、NEPCO 配電9%、JEPCO 配電 52%、IDECO 配電 13%、企業自家発 20%、その他6%の割合である。アンマン及びその近郊部を受け持つ JEPCO 配電による消費量割合が5割以上を占めている。また、NEPCO 配電消費量の伸率 3.7%に比べ、JEPCO・IDECO の伸率は各々 5.0%、4.9%と大きい。

#### 4-3-3 需要家数

ヨルダン全体の需要家数及びセクター別の需要家数を表 4-3-4、表 4-3-5 に示す。

表 4-3-4 需要家数の推移(×1,000)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	伸率 1997/1996
NEPCO	76.6	81.0	85.3	90.4	95.8	99.5	3.9%
Jordan Valley	18.2	19.6	19.9	21.2	22.5	23.3	3.6%
Karak & Tafila	33.9	35.3	37.9	39.9	41.8	43.1	3.1%
Ma'an & Shoubak	10.9	11.5	12.1	12.8	13.7	14.4	5.1%
Aquba	12.0	12.7	13.4	14.3	15.5	16.2	4.5%
Eastern Area	1.6	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5	8.7%
JEPCO	360.1	381.4	405.5	430.0	455.0	482.3	6.0%
IDECO	131.1	138.5	146.3	153.8	161.0	168.4	4.5%
Others	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	-
合計	568.2	601.2	637.3	674.4	712.0	750.4	5.4%



表 4-3-5 セクター別需要家数(×1,000)

	一般家庭	産業	商業	灌漑ポンプ	政府	その他	合計
NEPCO	82.7	1.4	10.5	1.0	2.6	1.3	99.5
Jordan Valley	19.8	0.1	1.9	0.6	0.5	0.3	23.3
Karak	27.0	0.3	3.4	0.1	0.8	0.4	32.0
Tafila	9.4	0.1	1.1	0.0	0.3	0.2	11.1
Ma'an	11.6	0.2	1.8	0.2	0.5	0.2	14.4
Aqaba	13.2	0.1	2.3	0.1	0.4	0.2	16.1
Eastern Area	1.7	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	2.5
JEPCO	390.5	7.9	75.7	0.6	2.3	5.4	482.2
IDECO	143.0	2.7	18.1	0.9	1.4	2.3	168.4
Others	0.2	-	0.0	-	-	-	0.2
合計	616.4	12.1	104.3	2.5	6.2	8.9	750.4

1997年の需要家総数は約75万で、その内NEPCO約10万(13%)、JEPCO48万(64%)、そしてIDECOが17万(22%)を占める。一般家庭への供給は全体で約62万戸(82%)、NEPCO8万戸、JEPCO39万戸、IDECO14万戸であった。なお、1997年の電化率(人口比)は99.7%と高い。

#### 4-3-4 電力供給

1997年の最大電力需要1,003MWに対し、発電設備容量は1,268MWである。表4-3-6にジョルダン国の発電電力量推移を示す。NEPCO全発電量は94%以上を占めている。

表 4-3-6 発電電力量(GWh)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	伸率 1997/1996
1.電力会社	4,027	4,401	4,689	5,215	5,656	5,907	4.4%
NEPCO	4,018	4,389	4,676	5,201	5,645	5,903	4.6%
IDECO	6	9	11	12	9	2	-77.8%
自治体等	3	3	2	2	2	2	-
2.産業部門自家発	395	360	387	401	402	357	-11.2%
石油精製	63	61	59	65	66	75	13.6%
セメント	39	36	40	39	32	36	12.5%
カリ	105	117	110	113	115	101	-12.2%
肥料	158	127	162	166	174	131	-24.7%
鉄鋼	30	19	16	18	15	14	-6.7%
合計	4,422	4,761	5,076	5,616	6,058	6,264	
伸率	18.7%	7.7%	6.6%	10.6%	7.9%	3.4%	

#### 4-3-5 電力需要想定

1997年Annual Reportに記載された2010年迄の需要想定を表4-3-7に示す。

表 4-3-7 電力需要想定

	最大電力		電力消費量	
	MW	伸率	GWh	伸率
1998	1,067	9.1%	6,615	5.6%
1999	1,138	6.7%	7,120	7.6%
2000	1,231	8.2%	7,747	8.8%
2005	1,597	5.3%	10,224	5.7%
2010	1,833	2.8%	12,114	3.4%

上記需要予測に対し供給力は、アカバ火力Ⅱ期設備が加わり1999年には1,658MWとなる。更に、独立民間発電事業(IPP)による設備が2000年初頭に追加される予定である。

#### 4-3-6 地方電化の現状

1997年に配電線による電化が行われた村落数は、NEPCOエリアで31村、JEPSCOエリアで100村、IDECOエリア6村であった。表4-3-8に全ジョルダンの電化状況を示す。

表 4-3-8 地方電化状況

地域	村落		電化済村落		村落電化率	
	村落数	人口 (×1,000)	村落数	人口 (×1,000)	村落数	人口 (×1,000)
JEPSCO						
Amman & Balqa	333	511	285	505	85.6%	98.8%
IDECO						
Irbid and Mafraq	345	729	338	728	98.0%	99.9%
NEPCO						
Jordan Valley	67	142	67	142	100.0%	100.0%
Karak	118	151	109	145	92.4%	96.3%
Ma'an, Aqaba & Shoubak	92	86	67	80	72.8%	92.9%
Tafila	39	36	39	35	100.0%	97.2%
合計	994	1,655	905	1,635	91.0%	98.8%

#### 4-4 電力損失

1997年の民間企業自家発電を除いた電力系統からの発電電力量は6,042GWhで、その内15.5%が損失となった。以下に1992年からの損失率を示す。

表 4-3-9 電力損失率(発電電力量に対する割合)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997
発電所所内消費	6.6%	6.5%	6.1%	5.8%	5.7%	5.4%
送電損失	1.7%	1.6%	1.4%	2.0%	2.3%	2.2%
配電損失	7.3%	7.6%	7.6%	7.4%	7.6%	7.9%
合計	15.6%	15.7%	15.1%	15.2%	15.6%	15.5%

電力損失の内、発電所所内消費は6%台から5%台へと減少傾向にある。発電端熱効率は33.2%(1997年)であるが、今後、効率の高いアカバ火力増設に伴い、更に所内消費は改善するものと思われる。送配電損失は10.1%と、日本の約2倍である。

配電損失は 7.9%と全電力損失の約5割を占めており、近年その損失率は増加傾向にある。なお、上記数値は発電電力量で見た損失率であるが、配電網に給電された割合で見ると、1997 年の配電損失は 10.9%となる。M/P 調査報告書記載の 1995 年次データでは配電網の損失率は NEPCO15%、JEPSCO9%、IDECO14%で計 10.5%であった。NEPCO Jordan Valley 地域の様に損失率が約 20%に及ぶ配電網もある。

#### 4-5 事故停電

(1) 配電システムの事故原因としては、MV 側は

- (a) 塩害による碍子汚損(死海の近く)
- (b) 碍子の破損
- (c) 強風
- (d) 樹木の枝の成長

(2) LV 側は

- (a) 人身事故
- (b) 過負荷

#### 4-6 電気料金

電気料金は NEPCO が設定しており、NEPCO/JEPSCO/IDECO ともに同じ料金体系となっている。料金体系は3～4年に一度改定されている。次ページに 1997 年の料金体系を示す。

表 4-6-1 1997 年料金体系

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	29	(Fils/kWh)
夜間料金	19	(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	47	(Fils/kWh)
夜間料金	32	(Fils/kWh)
2. 小売り料金		
a. 一般顧客 (Fils/kWh)		
第 1 ブロック:1-160kWh/Month	30	(Fils/kWh)
第 2 ブロック:161-300kWh/Month	52	(Fils/kWh)
第 3 ブロック:301-500kWh/Month	60	(Fils/kWh)
第 4 ブロック:501kWh/Month 以上	75	(Fils/kWh)
b. テレビ等放送媒体への均一料金	60	(Fils/kWh)
c. 商業	60	(Fils/kWh)
d. 中規模産業への販売料金		(Fils/kWh)
ピークロード時	3.05	(JDs/kW/Month)
昼間料金	33	(Fils/kWh)
夜間料金	21	(Fils/kWh)
e. 小規模産業	36	(Fils/kWh)
f. 揚水ポンプ施設	34	(Fils/kWh)
g. ホテル	60	(Fils/kWh)
h. 農業	23	(Fils/kWh)
i. 街路灯	20	(Fils/kWh) *

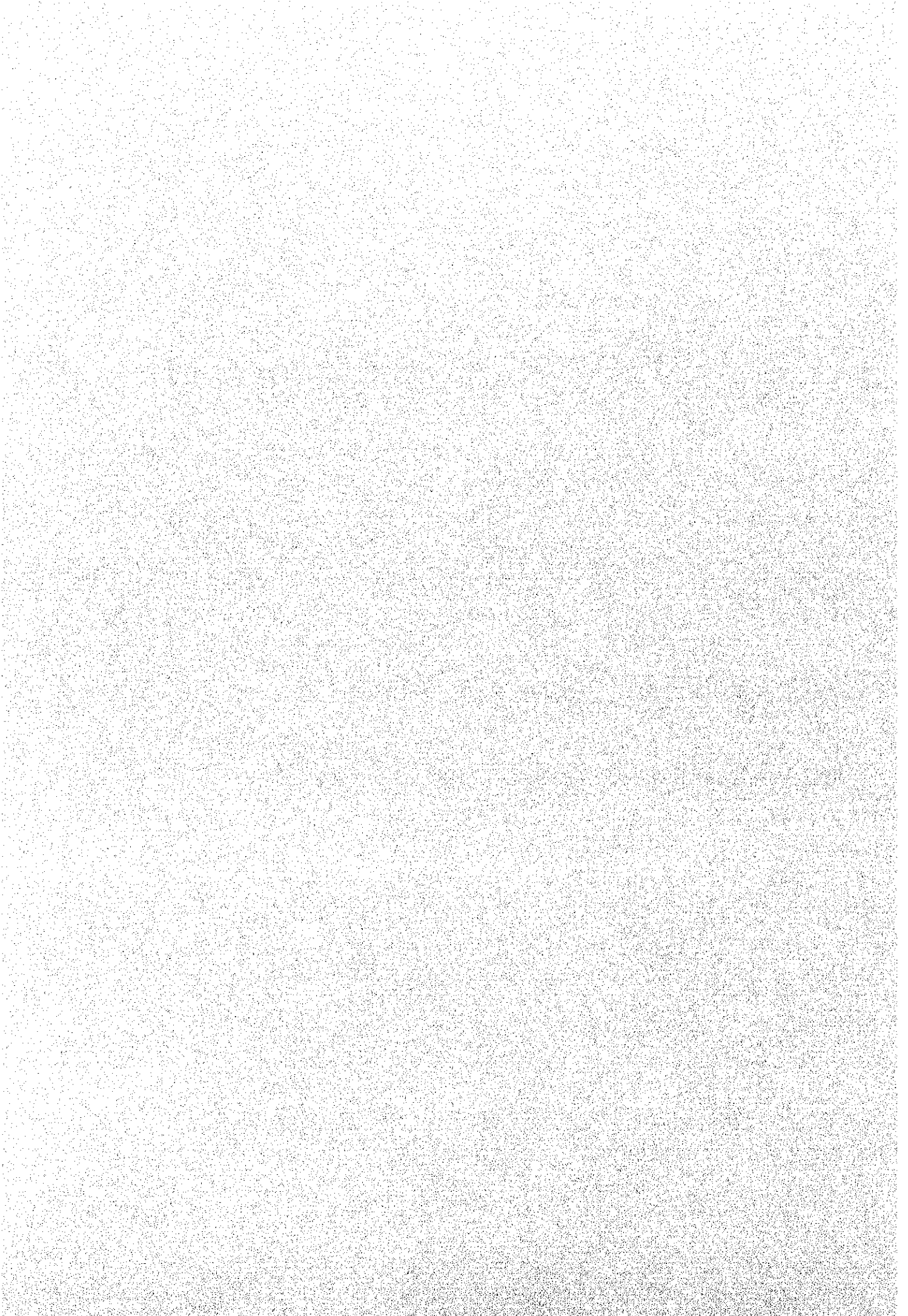
(注) 月当たりの最低料金は以下の通り:

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 1998 年度の平均使用量水準を超えた場合に適用する。

#### 4-7 配電網の運転保守及び修理体制

- (1) 現在 NEPCO、JEPSCO と IDECO の各社のもつ運転保守および修理体制は、改善すべき点が多いが、当面の計画調査に対しては、本質的に変更することなく対応できる。
- (2) 本計画調査の事業化においては、配電線の架線の張り換え、新規配線および新路線建設が必要になる。NEPCO、JEPSCO と IDECO の各社は建設工事 (Civil work) を自分で実施することができる。しかし、配線の変更において、端末部の処理技術の確立が必要である。技能作業員の育成には、ETCの配電関係の設備を有効に活用し、適切なカリキュラムを設けることが考えられる。

## 第5章 調査対象地域の電力事情



## 第5章 調査対象地域の電力事情

### 5-1 配電網の概要

#### 5-1-1 概要

ジョルダン国の低圧配電系統は、100～1,000kVA 程度の中型変圧器及び配電盤から3～6フィーダーの架空配電線を通じて構成されている。1フィーダー当たりの恒長は数百 m から、長いもので 1,500m 程度に及び、系統構成の殆どは単純な樹枝状である。電柱のスパンは 30～40m 程度で、電柱1本当たりの引込線口数は都心部で1～3本程度で、郊外では引込線の無いものも多い様である。使用導体は自国産 (NEPCO 子会社) 硬アルミより線が多く使用されており、一部銅導体や絶縁被覆付アルミ導体を使用されている。導体サイズはアルミの場合 50mm<sup>2</sup>、若しくは 100mm<sup>2</sup> 程度が多い様である。一方、33kV や 11kV の中圧配電網の架空線に使用されている導体は鋼心アルミ線 (ACSR50mm<sup>2</sup>～200mm<sup>2</sup>) や AAA (50mm<sup>2</sup>～300mm<sup>2</sup>) である。

ジョルダン全体の配電損失率 (発電電力量比) は 1997 年で 7.9% であった。MV、LV 毎の配電損失率 (送出電力量比) は、マスタープランの推測によると (Appendix 4-18 ページ) 以下の様になっている。

表 5-1-1 配電損失率

	配電損失率	
	MV	LV
JEPCO	1.3%	7.3%
IDECO	6.4%	7.1%
NEPCO	8.0%	8.3%
合計	3.1%	7.4%

(1995 年推定値)

NEPCO、IDECO の配電区域は JEPCO に比べ、需要密度が低く、MV の損失率が LV と同程度に高い。3社全体では MV 損失率 3.1% に対して LV が 7.4% と高い。また LV 電力損失率と一概に言っても、NEPCO のサービスエリアでは Jordan Valley 15.1% から Eastern Area 7.0% まで、またマスタープラン調査の実測でも変電所により、4.4%～16.0% とばらつきが大きい (同報告書 4-10 ページ)。

配電損失同様に電圧降下が問題となっている。マスタープラン調査の実測によると、West Theheeba 変電所 2 次側母線での最大電圧降下は 12% と、通常の変圧器インピーダンス電圧よりも相当高い。このことは、ピーク負荷時の変圧器インピーダンス降下に加え、MV 配電網の電圧変動がかなり加わっているものと考えられる。更に、LV フィーダーでの電圧降下を加算すると、ピーク負荷時線路末端では相当な電圧降下率を生じていると考えられる。JEPCO での聞き取りでは 30% に及ぶものもある。

#### 5-1-2 配電計画

##### (1) 計画の概要

ジョルダンでは新規に低圧配電計画を立てる場合、まず地形図 (Geographical map) をもとに道路沿いにルートを想定、更にルート踏査での確認をもとにフィーダー構成を作成する。設計のクライテリアとしてのフィーダー恒長は都市部で 500m (アンマンでは 300m)、郊外では 700m であるが、場所により

1,000m 以上となることもある。電圧降下率は都市部で±6%、郊外で±10%を設計の基準としている。試算では、配電線の導体サイズ及び負荷電流にもよるが、上述の恒長で大体 10%以下の降下率範囲となる。一方、その場合の電力損失率は4~6%となり、初期の設計通り配電線の電圧管理・負荷管理を行えば、電力損失・電圧降下はかなり適性に保たれるものと考えられる。

## (2) 配電損失と電圧降下の試算

ジョルダン国産の導体仕様が不明のため、日本国内規格の硬アルミより線 95mm<sup>2</sup>をもとに、以下の条件で試算した場合、電力量損失率は約 4.3%、電圧降下は約8%(対 415V)となる。

### 主な試算条件

導体	: HA1 95mm <sup>2</sup> (周囲温度 50°Cでの許容電流:280A)
線路長	: 500m
ピーク負荷電流	: 250A(平衡負荷、電流一定負荷)
ピーク時母線電圧	: 415V
力率	: 0.8
負荷率	: 0.7
損失係数	: 0.55
周囲温度	: 50°C
負荷分布	: 均等負荷(30m 間隔)

上記試算は母線電圧が 415V に保たれるとしたが、ピーク負荷時母線電圧が 365V と仮定すると電力量損失率は約5%、末端電圧は 330V(降下率 20%)と悪化することになる。

## 5-2 電力設備の現状

### 5-2-1 調査対象地域

今回の計画調査の対象地域はジョルダン国全域にわたる NEPCO、JEPSCO および IDECO の配電系統から選ばれる。その配電系統の中で、M/P の勧告に基づいて電力損失低減の対象してまず選択すべき系統を含み、それと関係の深い地域である。S/W ではこれプロジェクト地域(Project area)と定義している。

### 5-2-2 電力損失低減対策の選択肢とその選定

電力設備の観点から、送配電系統の電力損失低減対策について述べる。

- (1) 電力損失を軽減するには、設備と運用の両面からの対策が必要である。とりわけ、設備の改善が電力損失低減にもっとも有効である。送配電損失の大部分は、送配電線の抵抗損および変圧器の無負荷損および負荷損(大部分が抵抗損)からなる。その他の損失は、非常に小さいので、損失低減の対策は必要としない。
- (2) 単線の場合の電力損失はその線を流れる電流と線路の抵抗から容易に計算できる。導体の抵抗を  $r$ 、そこを流れる負荷電流を  $i$  とすると、発生する損失はれる負荷抵抗損失が大部分を占める。



負荷抵抗損失を低減させるには、上式からも判るように抵抗  $r$  を減らすか電流  $i$  を減らせばよい。分岐のない線路区間長を  $\Delta L$ 、全線路長を  $L$ 、各電流を  $i$ 、電線 1 条の単位長当たりの抵抗を  $r$  とすると、損失は下式で表される。したがって、対象区間内で電流を測定し、全損失を計算することができる

$$PL = \sum_0^L i^2 r \Delta L$$

- (3) 三相三線式線路で、線間電圧を  $V$ 、線路電流を  $I$ 、力率を  $\cos \phi$ 、送電電力を  $P$ 、送電損失率を  $L$ 、送電距離を  $l$ 、電線 1 条の抵抗を  $R$  とすると、

$$P = \sqrt{3} I \cos \phi$$

$$L = \frac{3I^2 R}{P} = \frac{\sqrt{3} I R}{V \cos \phi}$$

$$R = \frac{LV \cos \phi}{\sqrt{3} I} = \frac{LV^2 \cos^2 \phi}{P}$$

いま、電線の断面積を  $A$ 、体積抵抗率を  $\rho$  とすれば

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \text{であるから上式より}$$

$$\rho \frac{l}{A} = \frac{PV^2 \cos^2 \phi}{P}$$

$A = \frac{\rho l P}{LV^2 \cos^2 \phi}$  となる。電線の密度を  $\sigma$  とすれば、所要電線重量  $G$  は上式から

$$G = 3lA\sigma = \frac{3\rho\sigma l^2 P}{LV \cos^2 \phi}$$

となる。すなわち  $l$ 、 $P$ 、 $L$ 、および電線材質 ( $\rho$ ,  $\sigma$ ) を一定とすると、所要電線重量は、送電電圧と力率の 2 乗に反比例することがわかる。また上式から

$$P = \frac{GIV^2 \cos^2 \phi}{3\rho\sigma l^2} = 3lA\sigma \frac{LV^2 \cos^2 \phi}{3\rho\sigma l^2}$$

となり、一定の送配電距離、送配電損失率、力率に対し、同一の電線を使用するとすれば、送配電電力は線間電圧の 2 乗に正比例して増加することも明らかである。一般に送電電力が増大し、送電距離が長大な系統では、高い送電電圧を採用しているのは、上記の経済的理由に基づくものである。すなわち、損失は線路抵抗に比例し、電圧の 2 乗に反比例することがわかる。

また、送配電電力を一定とする場合、送電損失率  $L$  が、電線の断面積  $A$ 、送電距離  $l$ 、力率  $\cos \phi$  の自乗に反比例することも明らかである。したがって、送配電線の電力損失を軽減させるには線路抵抗を減少させれば良く、そのためには、

- ・ 高圧変電所増設による線路互長の短縮
- ・ 電線の大サイズ化、多導体化(張替または増架)
- ・ 新規送配電線の建設、回線増加

配電線における配電用変圧器の増設による配電線の分割等の対応がある。前に述べたように、送配電電圧の 2 乗に反比例して電力損失が小さくなるので、系統電圧の昇圧または高い系統電圧の導入は有効な損失減少手段である。さらに、系統の力率改善が極めて重要であることも分かる。

### 変電所

変圧器の無負荷損、負荷損の低減には変圧器の更新が最も有効である。技術の進歩によって配電用変圧器(柱上変圧器など)の無負荷損(鉄損)と負荷損(銅損)は年々減少しており、しかも価格も低下している。既設の変圧器の耐用年数(寿命)も考慮して、特性の向上した新しい変圧器による置換や、単器定格容量の増加も有効な手段である。

#### 5-2-3 ジョルダン国における選択肢とその選定

(1) M/P では、最初に候補として、実際に損失低減を実現できそうな次の方策を挙げている。

##### A. 太線化

- (1) 132kV 送電線太線化
- (2) 33kV 配電線太線化
- (3) 11kV 配電線太線化
- (4) 415V 配電線太線化

##### B. MV 系統(33kV, 11kV)線路新設

- (1) 上位電圧導入(変圧器増設を含む)
- (2) 同電圧線路新設

##### C. LV 系統(415V)線路新設

- (1) 上位電圧導入(変圧器増設を含む)
- (2) 同電圧線路新設

##### D. 力率改善

- (1) LV フィーダへのキャパシタの設置
- (2) LV 変電所へのキャパシタの設置
- (3) MV フィーダへのキャパシタの設置
- (4) 132/33kV 変電所 33kV 母線へのキャパシタの設置

## E. 運用改善

- (1) LV 系統三相電流バランス化
- (2) 線路の高電圧運用
- (3) 変圧器の軽負荷停止
- (4) 配電系統の開放点の適正化

### (2) 検討対策とする方策の選定

- (a) 一般に高電圧(HV132kV)設備の建設コストは高く、しかも高電圧系統の損失は高くない。ケーブル系統についてもこれに近い状況が予想される。そこで、HV132kV およびケーブル系統は損失低減方策から除外した。
- (b) 線路新設においては、新ルート of 取得が困難な場合も多い。しかし、新ルートの取得がそれほど困難でないとすれば、新旧両方の線路を活用する線路新設の方が、太線化より優れた方策であると言える。
- (c) 力率改善のために、キャパシタを LV 系統へ設置した場合には、LV、MV の両系統に対して効果がある。一方、MV 系統のみに設置した場合には MV 系統に対してのみ効果がある。そこで、キャパシタについては LV 系統への設置についてのみ検討することにした。
- (d) 運用改善については、LV 系統の三相電流のバランス化だけについては改善の余地があると見て、取上げることにした。
- (e) 以上の検討に基づいて
  - [B.-(1)] MV 系統、上位電圧(132kV)導入
  - [B.-(2)] MV 系統、同電圧線路新設
  - [C.-(1)] LV 系統上位電圧(33kV または 11kV)導入
  - [C.-(2)] MV 系統、同電圧線路新設
  - [D.-(1)] LV フィーダへのキャパシタの設置
  - [D.-(2)] LV 変電所へのキャパシタの設置
  - [E.-(1)] LV 系統三相電流バランス化

### 5-2-4 M/P の勧告

今後実行すべき作業に対する勧告として、

- (1) 三相アンバランス電流の改善(外部からの資金調達なしに実行できる)
- (2) 低圧 LV 系にキャパシタを設置して力率改善(自己資金か国内銀行からのローンで実行できる)
- (3) 線路新設(フィージビリティスタディと多額の投資によって実行できる)
- (4) 現在使われている配電線路用導体は、一般に小さ過ぎる傾向があり、MV や LV 配電系統に対する導電性の高い線路の開発、適用と標準化の検討を進める。

導電性の高い線路は、

- (a) 大サイズ導体線路
- (b) 多導体線路

(c) 多回線線路

として集約される。

- (5) 上位電圧の導入も線路新設ではあるが、配電機器の導入も含めて考慮する。
- (6) M/P では、A, B, C, D, Eの5プランが提示され、例えばプランEは、今後 10 年間で総額約 6.3 億 JD(約 10 億円強)の設備投資を行うことにより、電力損失率を 11%から 7.23%に改善できて、約 100MW 相当の発電所の発電量に匹敵すると結論づけている。

5-2-5 M/P の年次計画

前記の対策について(1)、(2)は長期派遣専門家の指導のもとに対策に着手した段階にある。(3)、(4)、(5) は本計画調査の主題となるものである。今後、10 年間で順次対策を行っていく段階で、検討の対象とすべきフィーダを選び、計3回のフィージビリティスタディを行うことが提案されている。

- (1) 第1期(1999~2001): 750 フィーダ  
(2) 第2期(2002~2005): 2,150 フィーダ  
(3) 第3期(2006~2008): 3,500 フィーダ

5-2-6 F/S における対象フィーダ

- (1) JEPSCO, IDECO および NEPCO は M/P の推奨に基づいて、配電損失の大きいフィーダを検討対象の候補として 750 フィーダを選んでいる。対策の候補となるフィーダの選択をほぼ終わった段階である。(TOR の時点で)
- (2) 今回の予備調査の打ち合わせにおいて、さらに効率的かつ十分な検討ができるように、主として三相電流の不均衡に着目して、選ばれたフィーダ候補を、約 400 の候補に絞り込むことを提案し、M/M で了解されている。

表 5-2-1 対象フィーダ数

	TOR によるフィーダ数	今回打ち合わせによるフィーダ数
NEPCO	400	140
JEPSCO	150	130
IDECO	200	130
計	750	400

- (3) 最終的な対象フィーダは計画調査の詳細検討段階で双方の合意で定めるものとして、これをフィーダス(Feeders)と定義している。

5-3 電力設備の計画

需要予測は会社全体および MV 変電所レベルで行っている。地域単位での予測は行っていない。線路拡張は、主に顧客の要望に基づいて 5 年計画を策定するが、将来的な計画とは格差が大きくなる。需要予測(特に地域単位)に関する手法を移転して欲しい。配電関係の設備計画を行う PC は設置されておらず、電気料金の徴収以外の作業は、すべて手作業で行っており、非常に時間がかかる。配電計画と設計工事やこれに関連するデータベースの電算化を図りたいとの希望が出ている。

#### 5-4 事故停電

今後、損失低減の改修工事を行う場合、異なった電圧の線路が近接して配置される可能性があり、建造物や立ち木の枝の近接、電線の荷重や風の影響に対する強度検討を十分に行い、構造と工法の確立と標準化を行う必要がある。また、電線の端末処理、分岐のジャンパー線(裸)等についても、再検討を行い信頼性を高める必要がある。さらに、活線で電線を併設する架線工事については、必要に応じて事故防止の点で信頼性の高い工事法を、導入することが望ましい。

#### 5-5 改修体制

##### 5-5-1 配電計画

NEPCO の例では、LV 側に対しては、設計と図面に各 1 日、計 2 日を要する。MV 側に対しては、設計に約 1 週間を要し、その後本社に承認を求め、コストと期間の見積もりを行って本社の再承認を得るので、1 週間から数週間かかる。

##### 5-5-2 配電変電所と配電線の建設

原則として、建設と補修工事はすべて自社で行っており、負荷として消化しきれない場合のみ、業者に発注している。したがって、工事仕様書を作成・発行することで業務は遂行される。

##### 5-5-3 改修資材

資材としては、国産品(大容量器を除く配電用変圧器、セメント製電柱、電線、低圧ケーブル等)および輸入品(大容量配電用変圧器、碍子、フェーズと基板、電力量計、分電盤等)を使用している。入札購買が原則とのことであるが、輸入先は多様である。資材の仕様・構造の標準化、汎用的な部材として使用できるように、機種の種類が不可欠である。

##### 5-5-4 自主改造技術

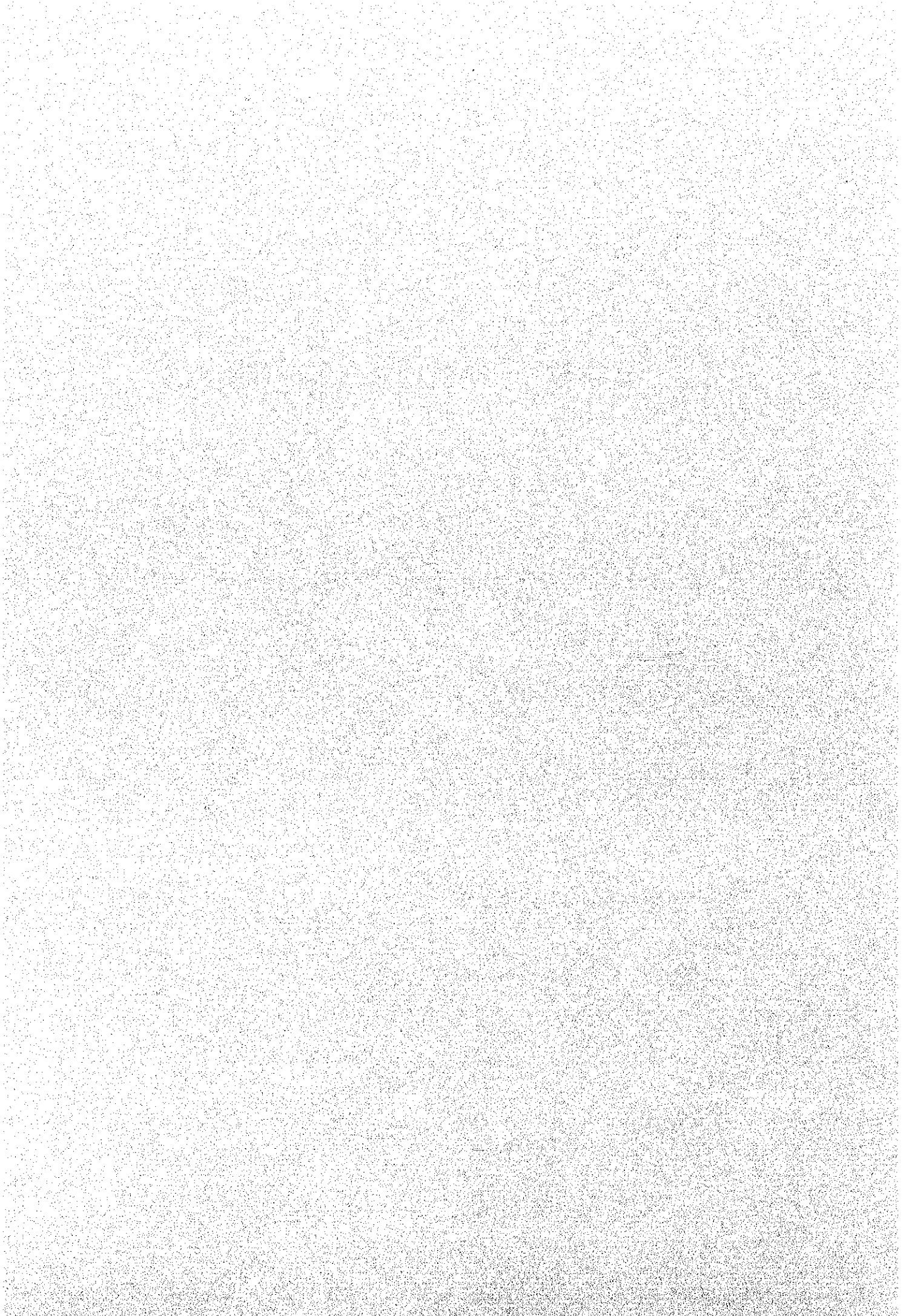
地上設置の配電用変圧器では、LV 側の複数フィーダが分電盤内で地下ケーブルに接続され、路面下などを通して、電柱上まで立ち上げられる。電柱から各フィーダごとに分岐して、各道路沿いに架空線が張られる。分電盤関係の改造や、フィーダ数の変更等に伴う工事で地下ケーブルの変更工事を省略する等、合理的な自主改造技術を確立する必要がある。

##### 5-5-5 人材育成体制

- (1) 本 F/S の事業化においては、配電線の架線の張り換え、新規配線および新路線建設が必要になる。NEPCO、JEPCO と IDECO の各社は建設工事(Civil work)を自分で実施することができる。しかし、配線の変更において、端末部の処理技術の習得が必要である。また、配電盤のフィーダとの接続部の構造変更が必要となる場合には、この改造技術の確立が必要である。配電盤は現在輸入品であるが、この改造が必要になる場合には、自国で行えるようにすることも望ましい。
- (2) 技能作業員の育成には、ETC の配電関係の設備を有効に活用し、適切なカリキュラムを設けることが考えられる。

- (3) 将来の方向として、配電網の地域最適化解析、簡単な潮流解析、配電網の電子データベース化等を実施する場合には、ソフトウェア技術要員の養成が必要である。この目的のために、ETCに適切な設備とカリキュラムを設けることが考えられる。

## 第6章 本格調査での留意事項





## 第6章 本格調査での留意事項

### 6-1 調査方法及び留意点

最適な損失率低減というプロジェクトの目的をマスタープラン報告書から引用すると、「今既にある設備の損失低減のために工事を行い、経済的に各々どのような損失率に持つて行くのが適当かという問題であり、これから作る設備の規模、投資額を変えて、どのような損失率にするのが適当かという問題ではない」ということである。他方、低減策に基づく現設備の工事計画は 2010 年の電力需要をベースにしている。需要増加により、2010 年以降にも変電設備容量の限度に達するものもあると考えられる。配電線は時間の経過や地域の開発事情等とともに、新規需要への供給や負荷の自然増があり、個別に形態を変えていくことが多い。従って、ジョルダン全土に 20 万近くあるフィーダーのうち、400 程度を選定し、各フィーダーのミクロ的問題を論じ、フィージビリティスタディを行うことは安易ではなく、大量の作業と時間を費やすことは十分に想像できる。またフィージビリティスタディは国際金融機関からの融資を想定したレベルであり、更に2期以降についてジョルダン側が独自にスタディを遂行できる様、技術移転を行うことが大きく望まれている。

フィージビリティスタディの手法・調査方法は、元来選定されるコンサルタントに委ねられるべきものである。但し本調査はマスタープランに継続して行われ、かつ、ジョルダン側に受入れ易い様にすることに留意を要する。

参考として、考えられる調査の流れを図 6-1 に示し、また、留意点を以下に記載する。

#### 6-1-1 調査対象フィーダー

調査対象フィーダー数は、1年の調査期間、推定所要作業量、ジョルダン側のデータ蓄積及びデータ提供の一部不確定等を考慮し、協議の上、当初の 750 から 400 程度に減少した。S/W 協議時に確認した予定数は、LV フィーダーが NEPCO 140、JEPSCO/IDECO それぞれ 130、MV フィーダーが3社で8本である。

LV フィーダーの選定については、マスタープラン調査後、派遣専門家の指導のもとで作業が進められており、JEPSCO/IDECOについては絞込みを終了し、電流の計測も終了している。ただし、両社はS/Wの協議結果を受けて本格調査以前に再度選定の見直しと、電流の再計測を予定している。

NEPCO については、Jordan Valley 地域だけでなく、Ma'an や Aqaba の南部地域そして東部地域のフィーダーも対象と考えており、選定・計測とも今後の作業となる。

マスタープランではフィーダー選定のクライテリアをクリティカル電流から求めているが、その結果を受けてジョルダン側も選定条件としてLVフィーダー負荷電流 100A 以上、MVフィーダー 137.4A 以上(大きい程良い)、電圧降下の高いフィーダー、線路恒長が長く、そして損失の大きい路線としている(マスタープランでは線種毎にクリティカル電流を求め(例:WASP で 97A)、各フィーダーに対する損失低減の最適化を行っている。結果としてフィーブルでないフィーダーを見ると、負荷電流が少なく、相電圧も殆どが 215V 以上で電圧降下率は 10% 以下(対 240V)に保たれていることが判明する)。

MV フィーダーの系統構成は、LV の様な枝樹状と違い、ループ状や樹枝状が組合ったもので、線路恒長は長く、線路上に接続する LV 用変電所の数も多い(例:Jordan Valley 全体では 11/0.4kV 変電

所を含め 350 以上ある)。したがって、厳密に潮流解析・最適化検討を行うとすると、線路上に接続された数の変電所負荷データを収集し、入力・解析する必要があり、LV 系統に比べ多くの検討時間を要する。また、使用する解析ソフトに入力可能なノード・ブランチ数にも限度がある。

フィーダー総数については上述した通りであるが、選定状況、データ収集状況、調査手法の内容に応じてジョルダン側と協議の上、ある程度柔軟に対処可能なものと考えられる。

#### 6-1-2 データ収集

電力損失低減策を検討するには、系統構成データ(単線結線図、導体種類やサイズ等の線路データ、変圧器容量等の設備データ、ルートマップ、他)、負荷データ(電流・電圧・力率・電力量等)、需要推定データが必要となる。LV 選定フィーダーの電流計測状況については既述した通りであるが、計測記録を見ると計測日時については記載されておらず、ピーク値を別途推定する必要がある。マスタープラン報告書によると、ジョルダン側はそれら負荷データを定期的に採取・保有している様である。同様に MV フィーダーの負荷データについても、給電所で記録を保有している。

電力損失は、ピーク時の負荷データをもとに解析が行われるため、フィーダーによっては、調査期間中ロードアナライザやクリップオンメーターによりデータを計測する必要が生じるものがあると考えられる。検討に必要なデータ及びその提供について、フィーダー選定とともに、調査初期の段階で協議・確認する必要がある。

#### 6-1-3 需要想定

NEPCO の需要想定手法は、マスタープラン報告書に記載された通りである。JEPSCO の場合は、需要家カテゴリー別に9ヶ所の HV/MV 変電所 (Bulk Supply point) 単位に想定を立てている。ジョルダン側は、地域別での想定は行っていないため、本格調査での技術移転を期待している。

LV フィーダーの需要想定に関して、マクロレベルでの想定伸率をそのまま適用する場合、想定最終年以前にも設備面より限界に達する可能性があることに留意すべきである。その様な場合、対策として改め周辺に新規変電所を設置し、既存フィーダーを分割して負荷増加に対処するような可能性が考えられる(上位電圧導入)。

#### 6-1-4 損失率低減のための系統構成最適化

##### (1) LV フィーダー同電圧導入

マスタープランの検討では、高い導電率を得るため、既設線に沿って2~3回線を新設するのが最適という結果が出ている。この場合、同報告書でも述べている様に、独立新線路の建設は困難なことも予想され、美観の見地からも出来るだけ避けた方が良いというのが印象である。代案として、① MV フィーダーに使用されつつある、国内産アルミ 200mm<sup>2</sup> 導体による張替、② 国内産絶縁被覆付きアルミ 95mm<sup>2</sup> ケーブルの利用・張替(多回線)の可能性を挙げておく。また、張替を行う場合は、電柱強度を確認する必要がある。回線数を増加した場合は、変電所2次側母線を延長し、新規配電盤を設置する必要がある。

## (2) 知見による計画の磨き上げ

マスタープラン報告書で指摘している様に、配電線計画を行う場合、地域情勢、地域開発構想、周辺フィーダーとの関連、遊休設備の状況、将来の電力系統計画等、関連する複雑な状況を考慮する必要があり、最適化プログラムによる判断には限界がある。特に MV フィーダー新線路建設による最適化については、コンピュータプログラム以上にジョルダン側カウンターパートの知見を活かした検討の繰返しによる方が良い結果が得られている。フィージビリティスタディレベルでの独立新線路の計画を考えた場合、詳細設計に継げるためのルートの予備的検討も必要となると考えられ、従って、この面からも知見を活かした検討が必要となると思われる。

### 6-1-5 最適化計画による設計アウトプット

上述の様に、独立新線路を計画する場合の設計アウトプットの一部として、ルートの予備的検討 (conceptual route maps) を考える必要がある。現地踏査時の聴取によると、ジョルダン側は LV フィーダー全ての map を保有しており、本調査に提供可能である。なお、同電圧で既設線路への回線追加・線路張替えにはルートマップ作成の必要は無いと考える。

### 6-1-6 不平衡電流の改善及び力率の改善状況

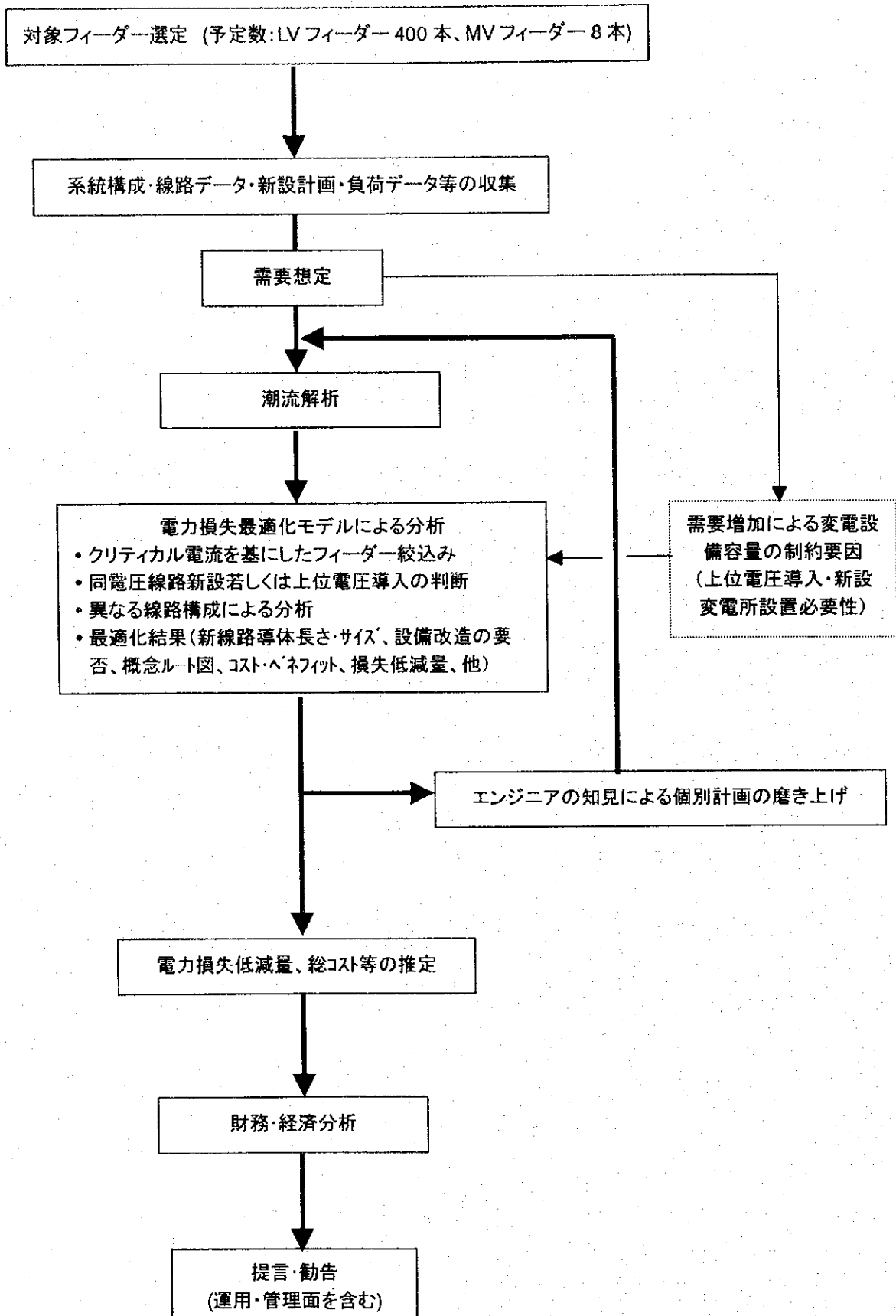
マスタープランの勧告を受けて、ジョルダン側は不平衡電流と力率の改善に着手し始めている。現地での聴取によると、不平衡電流改善作業は徐々に進行している状況ということであったが、定量的には把握されていない様に見受けられる。JEPSCO カウンターパートによると、1フィーダー内の相電流格差が 30A までは不平衡と認識しないことであった。力率改善用キャパシタ設置については、JEPSCO の場合、LV フィーダー上に 16kVAR と 25kVAR のものが設置された。MV 及び LV 変電所の母線上については、中型ユニット (100kVAR ~ 800kVAR) を設置し、力率改善に努めている。

### 6-1-7 運用・管理面の提言

配電設備については、新規需要への供給や廃止が繰り返されるとともに負荷の自然増加等があるため、各フィーダーや変圧器の容量を加味した、適切な負荷管理が必要である。同様に電圧変動の管理も基準値以下となるよう管理し、不適切な場合はフィーダーの分割・張替え、変圧器タップ調整等が必要である。

現地での聴取を通じて得た印象としては、エンジニアクラスの技術者は損失低減・電圧降下等の対応策は理解しているものの、社内運用面から、その様な管理システムは定着していない様に見受けられる。従って、損失低減策の一部として運用・管理面から提言を行うことが重要と考えられる。

図 6-1. 参考調査フロー



## 6-2 現地踏査記録

当初の予定では、NEPCO の配電部門、JEPSCO および IDECO の2配電会社の代表的な配電線と配電設備の踏査と聴取を行うように、全3日の日程が組まれたが、実際には2日となり、IDECO 訪問は割愛せざるを得なかった。

### 6-2-1 NEPCO: Jordan Valley Distribution Dept. 現地踏査記録

日時 :1998年12月15日(火)

面談者:Mr. Yasin Khalid AL-Khasawneh,

Mr. Amin Sulhanch

同行者:Mr. Ali Alzu'bi (DSM Section Head, NEPCO)

- (1) 本事務所は アンマン北東部の死海の近くにある。(海面下 319m) 死海 (海面下 400m)の近くでは、夏季は気温 50℃に達することもあり、しかも乾燥して住みにくい。そのため冷房負荷の関係で電力損失が著しく増える。暑さを避けて家を空ける家族があるので、三ヶ月位検針と集金ができないこともある。
- (2) 水道用ポンプと灌漑用の負荷が大きい。Jordan Valley はジョルダンの食物の籠といわれ、果樹や野菜の畑が展開している。道路の傍らに新しい 33kV 配電線を建設しようとしているところもあり、一部電柱が立てられたり、架空線が張られたりしている。街並みのあるところでは、電線が輻湊して張り巡らされており、燃り線ケーブルが新しく併走しているところもある。
- (3) 供給戸数は 25,000 戸(家族は約7人)である。
- (4) 電力損失としては、夏季 19~20% (MV 7~8%、LV 10~12%)、冬期 16%である。  
電力損失は Jordan Valley Distribution Center でまとめており、最近の状況は、

	4月	5月	6月	7月	8月	9月
中圧 MV(%)	6.8	8.3	8.8	8.7	9.0	8.2
低圧 LV(%)	16.9	13.3	15.0	19.0	21.6	21.6

#### (5) 配電線および配電変電所

(a) 33kV MV 配電線 420+80km(増強中)

2フィーダ:給水ポンプ用

4フィーダ:一般需要家用

Jordan Valley 沿いに 160km 伸びている。

(b) 0.4 kV (LV)配電線 725km

(c) 33kV 配電変電所

33/6.6 kV 3500 kVA

33/6.6 kV 3500 kVA

33/6.6 kV 5000 kVA 給水ポンプ用

33/0.4 kV 100, 250, 400, 630 kVA

自動電圧調整器 +15% 2台

- (6) Jordan Valley Distribution Dept.の事務所は北部、中部(本事務所)、南部の3個所にあり、33kV下の配電線の計画、建設、運用、保守、修理の業務と、顧客サービス(給電、検針、集金、クレーム対応)を行っている。
- (7) 人員構成は  
133+20(訓練生)  
エンジニア 北部 3 中部 2 南部 1(計 5名)  
中部 48+(20:訓練生)  
内 技能者 14(顧客サービス)
- (8) 配電計画のための資料として、地図、地域別詳細地図(Municipality ごと)、個別需要家給電計画用として各電柱ごとの図面が準備されており、利用可能である。
- (9) 配電計画は、LV配電線に対しては、設計と図面に各1日、計2日を要する。MV系統に対しては、設計に約1週間を要し、その後本社に承認を求め、コストと期間の見積もりを行って本社の再承認を得るので、1週間から数週間かかる
- (10) 配電変電所と配電線の建設は、原則としてすべて自社で行っており、負荷として消化しきれない場合のみ、業者に発注している。
- (11) 配電資材としては、国産品(大容量器を除く配電用変圧器、セメント製電柱、電線、低圧ケーブル等)および輸入品(大容量配電用変圧器、碍子、フューズと基板、電力量計、分電盤等)を使用している。(入札購買が原則)
- (12) 供給信頼度は、需要家あたり停電が年間5時間程度で比較的高いといえる。系統の事故原因としては、MV系統では、塩害による碍子の汚損(塩害で電柱にクラックが入り拡大することもある)、碍子の破損(射撃)、風雪害等がある。LV側では、人身事故、過負荷等がある。
- (13) 電気料金は、受電需要量別の料金となっており、主として現金で集金している。回収率は、  
北部 9500戸 70~75 %  
中部 10000戸 60~70 %  
南部 5500戸 30~40 %  
困窮者等の料金滞納への猶予はなく、10日間支払いが遅れると電気が止められる。
- (14) 配電変電所の見学  
3相 50 Hz 33kV/415V 630kVA 屋外設置形  
LV側の6フィーダは、分電盤内で地下ケーブルで接続され電柱まで立ち上げられる。電柱から各フィーダごとに分岐して、各道路沿いに架空線が張られる。架空線は6本(接地線、三相の各線、街灯用線および中性線)からなる3相4線式である。接地線が省略されて5本となることもある。街灯用線はLV側の最も電流の小さいフィーダの1相から分岐して取り出すと言う。柱上変圧器は、容量が比較的大きいためか、2本のセメント柱の間に横梁を取り付け設置される。新しい架空線には撚り線が多用されている。
- (15) 死海沿岸の観光開発  
ジェリコやヨルダン川に対向する沿岸で、観光立地を目指している。古代様式の広大な観光ホテルを建設中であった。(スイス資本)現在は工事用電源で仮設給電しているが、将来は5MW程度必要になると。今後良質の電気を供給する検討対象としてよい課題となる。

(16) 電力量計の較正

電力量計は較正を行ったあと需要家に取り付けられる。一日 30 台の処理ができる検査室が事務所内にある。電力量計はインド製であった。電力量計の較正については、定期的に監査を受けている。 IDECO に電力量計の修理工場がある。

(17) 架空線サイズ

MV :アルミ裸線 50, 100, 200 mm<sup>2</sup>

LV :アルミ裸線 25, 50, 100 mm<sup>2</sup>

絶縁アルミ撚り線ケーブル 95 mm<sup>2</sup> x 4, 35 x 1 mm<sup>2</sup> (5 本撚り)

アルミ裸線 200 mm<sup>2</sup> と絶縁アルミ撚り線ケーブルは最近使われ始めた。

6-2-2 JEPSCO Zarqa 事務所、ETC、Hussein 火力発電所 現地踏査記録

日時 : 1998 年 12 月 16 日 (水)

(1) JEPSCO Zarqa district office

面談者: Mr. Ismail T. Jadalla (Assistant of head master of Zarqa district)

Mr. Noon Al Dabbas (Engineer)

同行者: Mr. Ali Y. Alzu'bi (DSM Section Head, NEPCO)

Mr. Anwar Ellayan (Plan Engineer, JEPSCO)

- 1) JEPSCO サービスエリアは Amman/Zarqa/Madaba/Salt の 4 地区があり、夫々 Amman 3 個所、Zarqa 1 個所、Madaba 1 個所の支店がある。従業員は Zarqa district office 及び billing office 全体で約 400 人。Zarqa district office には Engineer が 7 人おり、技術部門は 4 つのセクションがある(顧客への接続、変電所管理、配電網改善、等)。

(Annual report によると、支店数は 12 個所、料金徴収事務所が 17 個所記載されている。同様に 97 年の従業員数は Amman 地域 1,760 人、Zarqa 368 人、Salt 72 人、Madaba 99 人、合計 2,299 人である。)

- 2) JEPSCO 全体での電力損失は約 9%。各支店単位での損失計算は行っていない。
- 3) JEPSCO 全体の変電所は 3,000 個所以上ある。(Annual report によると、33/11/6.6kV 変電所 58 個所、33/0.4kV 変電所 1,023 個所、11/6.6/0.4kV 変電所 2,662 個所、合計 3,743 個所である)
- 4) 顧客の新規加入要望に応じて新たに配電線を敷設する場合、まず Geographical map を用いて変電所の位置を調査する。通常 1 変電所からは 4~6 フィーダー取り、2 回線とする場合もある。サイズは 100mm<sup>2</sup>、75mm<sup>2</sup>、50mm<sup>2</sup> 等 (NEPCO より選択肢が多い)。フィーダー長は通常 500m 以内であるが、Amman では 300m 程度、地方では 700m 位の時もある。1km を超えるものは希である。将来需要が増えた場合は、新たに変電所を計画する。大口の顧客に対しては本社の Planning Sector/Study Sector が計画を行い、小口の顧客に対しては地方事務所が直接計画を行う。
- 5) ルートマップ、線路長、線路等のデータは提供可能。
- 6) 需要予測は会社全体・MV 変電所レベルでセクター単位(一般家庭、産業、商業用途等)に行っている(MV 変電所レベルとは 33/11kV 変電所で、低圧用変電所は含まない)。地域単位での予測は行っていない。線路拡張は、主に大口顧客の加入予測などに基づいて 5 年計画を策定するが、将来になるほど計画にづれを生じる。需要予測(特に地域単位)に関する手法を移転してほし

い。Zarqa 事務所には PC は設置されておらず、料金徴収を除く作業は手作業で行っており、予測作業や技術計算に非常に時間がかかる。

- 7) 一般家庭のメーター(契約最大電力)は 30A(単相)が多い。40A~80A の家庭もある。
- 8) 1 フィーダー当りの顧客接続口数は一概に言えないが、40~50 程度である。
- 9) 電圧降下は場所によっては 30%に達するところもある(標準 10%以内)。電圧降下は家電製品故障の原因で、多くの家庭にとって問題となっており、毎日のように苦情がある(特に夏場)。
- 10) 不平衡電流改善は徐々に行っている。LV 配電線路へのキャパシタ設置は 25kVAR、16kVAR のものを設置した。33/0.4kV 変電所に 100kVAR 程度、33/11kV 変電所には 500~800kVAR 程度のものを(部分的)設置した。力率は 0.9 を超えている場所もある。
- 11) 配電線路新設に伴い、変圧器・配電盤は JEPCO による輸入、土木工事は入札により業者を選定している。
- 12) 聴取後、変電所の一部を踏査し、4フィーダーの内、1フィーダーで計測を行い電流は 85A、100A、117A、24A(中性線)、フィーダー全体で 227A、288A、302A、70A(中性線)であった。フィーダー間の電流値格差が 30A 以内であれば、不平衡と認識していない。

## (2) NEPCO Electric Training Center (ETC)

面談者: Mr. Riyadh Rousan (Acting Manager, ETC)

同行者: Mr. Ali Y. Alzu'bi (DSM Section Head, NEPCO)

- 1) ETC は地元企業や、他の中近東諸国の技術者向けに訓練を提供している。地元企業技術者は Secondary School 卒業者を主に対象とし、2 年間訓練を行う(但し、初年度は 15 週間程度センターで訓練をした後、on-the-job training を行い、最後に 6~9 週間程度上級の訓練を行う。費用は 100JD/月程度で、NEPCO の場合、殆どを企業負担。
- 2) 訓練コースは火力発電所の運転・メンテナンス、送配電線の建設・メンテナンス、ケーブル敷設・接続等多くのプログラムがある。日本から供与された機材を始め、設備は整っているようである。
- 3) 訓練内容は、理論や理論に基づいた実習を重視するというよりも、現場での建設・メンテナンス作業に係る技能者を育てることが、中心となっているように見受けられた。
- 4) インストラクタは全部で 17 名(別途資料では 51 名のスタッフの内、25 名と記載されている)。

## (3) Hussein 火力発電所

面談者: Mr. Imad Sueliman El-Hassan (MEC. Maintenance Section Head, Hussein Thermal P.S.)

同行者: Mr. Ali Y. Alzu'bi (DSM Section Head, NEPCO)

### 1) 設備内容

- ガスタービン : 14MW+18MW 2 基
- 蒸気タービン : 33MW 3 基、66MW 4 基 (コンデンサは空冷方式の為、効率が悪い)

- 2) ガスタービンは非常時若しくはピーク用として(運開当初はベースロード用)、蒸気タービンはミドルロード用(利用率 40%程度、但しアカバ火力完成以前は 80%程度)として利用。



- 3) 燃料(ディーゼル油、重油)は、隣接する精油所からの配管により供給されている。精油所への原油はイラクよりタンクローリー車により輸入されている(アカバ火力への燃料供給も同様)。
- 4) 本発電所は需要地(Zarqa 工業地帯)に隣接している。所内には 30 名のエンジニアがいる。

### 6-3 関連調査の状況

#### 6-3-1 本格調査時の参考文献、参考図面

- (1) 1999 年～2003 年ジョルダン国5ヶ年計画、特に電力セクタ
- (2) ジョルダン国統計資料
- (3) NEPCO, JEPCO, IDECO 各配電会社の年次報告(1995～1998)(但し、1998 年版は未入手)
- (4) 主要発電所、送電線配置および単線系統図
- (5) 各社配電網単線結線図(高圧: 33kV, 中圧: 11, 6.3kV, 低圧: 0.415kV)  
高圧および中圧は、各支社ごとに英語版を入手可能。  
低圧 0.415kV 配電線、各電柱ごとにアラビア語版を入手可能。

#### 6-3-2 本プロジェクトにおける報告書

- (1) ジョルダン送配電網電力損失低減計画  
予備・事前調査報告書 1996 年1月 国際協力事業団鉱工業開発調査部
- (2) 鉱調査 JR97-123  
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
- (3) JICA MPN JR 97-124  
The Study on Electric Power Loss Reduction of Transmission and Distribution Networks in The Hashemite Kingdom of Jordan  
Final Report May 1997 Tokyo Electric Power Services Co., Ltd
- (4) 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 付録 平成9年5月 東電設計株式会社
- (5) JICA MPN JR 97-128  
The Study on Electric Power Loss Reduction of Transmission and Distribution Networks in The Hashemite Kingdom of Jordan  
May 1997 Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

