

## 第3章 調査対象国の電力事情

### 3.1 トルコ共和国

#### 3.1.1 一般的事情

表 3.1.1 にトルコの一般的事情を示す。

表 3.1.1 トルコの一般的事情

項 目	
面 積	77 万 4815 km <sup>2</sup>
人 口	7,151 万人 (2008 年)
政 体	共和制
GDP (2007 年)	6,571 億 111 万ドル
一人当たりの GDP (2007 年)	9,629 ドル
GDP 成長率 (2007 年)	4.5%
消費者物価上昇率 (2007 年)	8.4%

(出典：JETRO 国・地域別基礎データ)

#### 3.1.2 電気事業体制

1970 年、発電、送電、配電事業を独占的に営むトルコ電力庁 (TEK) が設立、その後 1984 年にはトルコ経済も改革開放に基づき、TEK の事業独占は廃止され、民間企業も発電、送電、配電事業にできるようになった。同時に TEK も国家機関から国有企業に法的形態を変更した。その後 TEK は 1993 年に成立した法律に基づき、将来の民営化に備えてトルコ発送電会社 (TEAS) とトルコ配電会社 (TEDAS) の 2 社に分割された。

更に、2001 年、将来の EU 加盟をにらんだ電力自由化が開始され、TEAS は電気事業の透明性を高めるため、トルコ送電会社 (TEIAS) 発電会社 (EUAS) 及びトルコ電力取引契約会社 (TETAS) の事業部門別会社に再度分割された。図 3.1.2 に電気事業体制を示す。

2001 年電力市場法等に定める電力自由化措置の概要は以下のとおりである。

- ①規制機関：エネルギー市場規制庁 (EPDK)
- ②免許制度：発電、卸売、配電、小売、電力輸出入事業を行うものは事業免許の取得が義務化されている。複数の事業でも事業毎の取得と、最低 10 年間、最長 49 年間と定められている。
- ③アンバンドリング：国有企業は、発電は EUAS、卸売は TETAS、送電は TEIAS、配電は TEDAS に別会社に分離。それ以外の事業者についても、事業別分野別に会計分離が義務化されている。
- ④発電：国有企業 EUAS と民間企業で営まれている。民間企業は運用発電設備の市場シェアが前年度の国内発電設備容量の 20% 以下に制限。

- ⑤送電：36kV 超過の電力輸送は国有企業 TEIAS が事業を独占。
- ⑥配電：36kV 以下の電力輸送を担うトルコ配電会社（TEDAS）とその子会社は全国を 21 の配電地区に再分割されている。
- ⑦卸売：国有企業 TETAS の他、民間事業者による。 民間事業者の市場シェアは前年の市場における総消費電力の 10%以内と制限されている。
- ⑧小売：免許を取得した小売事業者及び配電事業者により営まれる。
- ⑨有資格需要家：2004 年 1 月以降、年間電力消費量 780 万 kWh 以上の需要家が自由に供給先を選択できる。

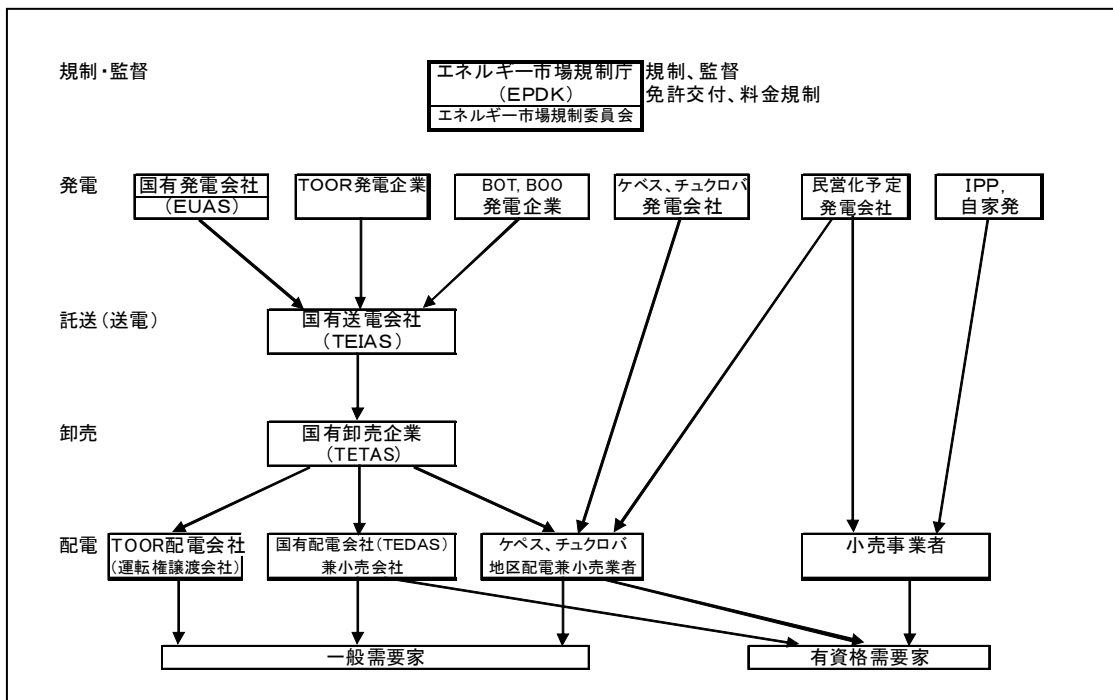


図 3.1.1 電気事業体制

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

### 3.1.3 電源・系統構成

#### (1) 電源構成

表 3.1.3 に電源構成を示す。

表 3.1.2 電源構成

(単位：MW)

年度	種別	水力	火力	地熱	風力	合計
2006 年	公共	12,500	24,206	23	58	36,787
	民営	563	3,214	0	1	3,778
	合計 (比率%)	13,063 (32.2)	27,420 (67.6)	23 (0.06)	59 (0.14)	40,565 (100)

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

(2) 系統構成

送電系統の電圧階級は、380kV、220kV、154kV 及び 66kV となっている。表 3.1.3 に 2007 年末の送電線の電圧別回線延長距離 (km)、表 3.1.4 に変電設備の状況を示す。

表 3.1.3 電圧別送電線 (2007 年 12 月現在)

(単位：回線延長距離 km)

年 度	380kV	220kV	154kV	66kV	合 計
2007 年末	14,338	85	31,383	477	46,283

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

表 3.1.4 変電設備 (2007 年 12 月現在)

電圧 (kV)	変圧器台数	変圧器容量 (MVA)
380	153	28,715
154	963	52,669
66	57	672
合 計	1,173	82,056

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

図 3.1.2 に主要送電系統を示す。需要中心はイスタンブールやイズミットなどが位置する北西部であり、褐炭火力を中心とする発電設備の 3 分の 2 が北部および南東部に集中しているため、送電系統は東西に国土を縦断する様に構成されており、送電距離が長くなると共に、電力潮流は北西方向となっている。またブルガリア、グルジア等の近隣諸国と連系されているが、電力融通は国内消費の規模に比べるとごく限られた量にとどまっている。

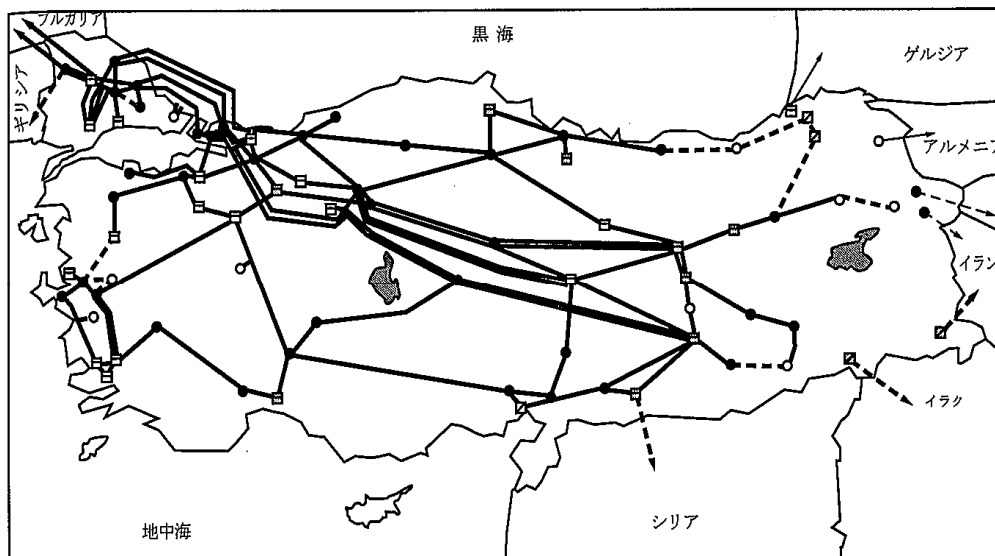


図 3.1.2 主要送電系統

(出典：Euroelectric 「Electricity Section Reform」, June 2004)

### 3.1.4 電力需給

表 3.1.5 に電力需給状況を示す。

表 3.1.5 電力需給状況

(単位：100 万 kWh)

年度	総発電電力量 (発電端) ①	輸出入 (差引)			国内供給 電力量 ⑤=①+④	消費 電力量 ⑥	送配電そ の他損失 ⑦=⑤-⑥
		輸出 ②	輸入 ③	計 ④=③-②			
2003	140,581	588	1,158	570	141,151	111,766	29,385
2004	150,698	1,144	464	-681	150,017	121,142	28,875
2005	161,956	1,798	636	-1,162	160,794	130,263	30,531
2006	176,300	2,236	573	-1,663	174,637	144,091	30,546
2007	191,558	2,422	864	-1,558	190,000	155,135	34,865

(出所：TEIAS2007 年統計資料)

### 3.1.5 電源・系統開発計画

シナリオ-1 (High 予想) の 2005-2020 年の最大負荷及び電力需要予測を表 3.1.6 に、年度別電源開発計画を表 3.1.7 に示す。

表 3.1.6 最大負荷及び電力需要予測

年度	最大負荷		電力需要	
	(MW)	増加率(%)	(100 万 kWh)	増加率(%)
2005	25,000	-	159,650	-
2006	28,270	13.1	176,400	10.5
2007	30,560	8.1	190,700	8.1
2008	33,075	8.2	206,400	8.2
2009	35,815	8.3	223,500	8.3
2010	38,785	8.3	242,020	8.3
2011	41,965	8.2	262,000	8.3
2012	45,410	8.2	283,500	8.2
2013	49,030	8.0	306,100	8.0
2014	52,905	7.9	330,300	7.9
2015	57,050	7.8	356,200	7.8
2016	60,845	6.6	383,000	7.6
2017	65,245	7.2	410,700	7.2
2018	69,835	7.0	439,600	7.0
2019	74,585	6.8	469,500	6.8
2020	79,350	6.4	499,490	6.4

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

表 3.1.7 年度別電源開発計画

種別	年度別電源開発計画 (MW)						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	合計
火力	2,070	289	390	0	320	0	3,069
水力	800	711	1,121	334	34	14	3,014
地熱	25	8	1				34
風力	860	409					1,269
計	3,755	1,417	1,512	334	354	14	7,386

(出典：海外諸国の電気事業 2008年、(社)海外電力調査会)

## 3.2 インドネシア共和国

### 3.2.1 一般的事情

表 3.2.1 にインドネシアの一般的事情を示す。

表 3.2.1 インドネシアの一般的事情

項 目	
面積	190 万 4569 km <sup>2</sup>
人口 (2006 年インドネシア政府推定)	2 億 2,193 万人
政体	共和制
GDP (2007 年)	約 4,330 億ドル
一人当たりの GDP (2007 年)	1,947 ドル
GDP 成長率 (2007 年)	6.3%
消費者物価上昇率 (2007 年)	6.6%

(出典：JETRO 国・地域別基礎データ)

### 3.2.2 電気事業体制

図 3.2.1 に電気事業体制を示す。インドネシアの電気事業では、エネルギー鉱物資源省の監督の下、国有垂直統合事業体であるインドネシア国有電力会社 (PT. PLN) が中心的役割を担っている。また、同社の電気事業を補完する、共同組合・中小企業担当国務大臣府の監督の下で、全国各地の地方電化住民組織が PT. PLN 系統から電力供給が容易でない僻地における地方電化を担っている。

発電部門は、PT. PLN のほか、PT. PLN の発電部門の一部が子会社され、インドネシアパワー (PJB I) 及びジャワ・バリ GENCO (PJB II) 及び IPP が受け持っている。送電、配電部門は自家用発電事業者や地方電化住民組織による一部のものを除けば PT. PLN が独占して営まれている。なお、PT. PLN は分社化や、各部門をビジネスユニット化 (独立採算を意識した事業部制の導入) している。

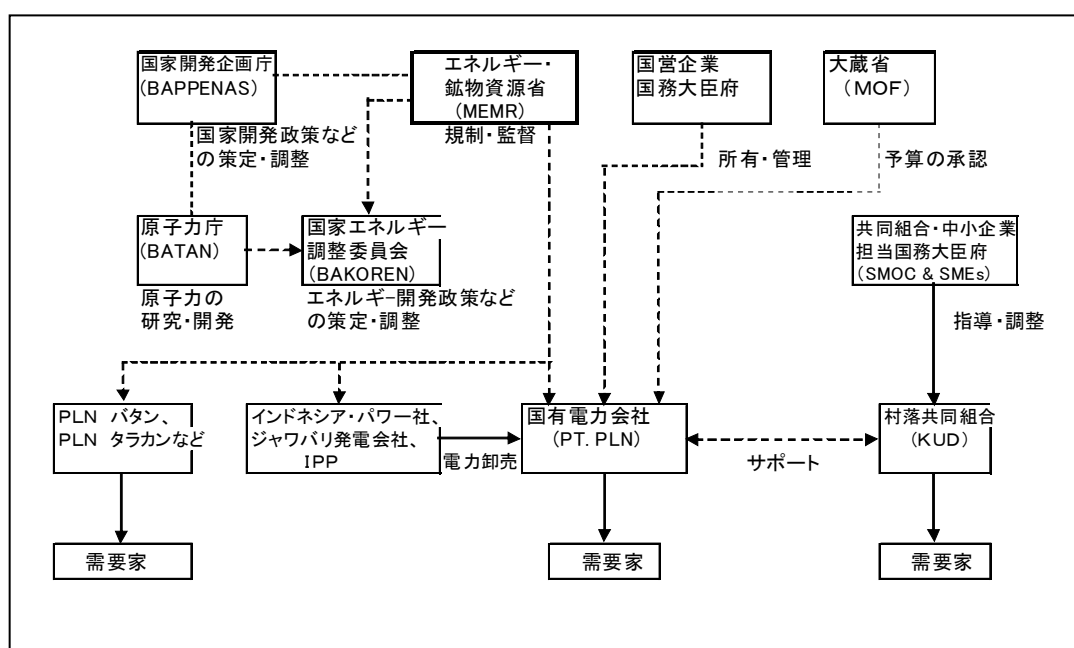


図 3.2.1 電気事業体制

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

### 3.2.3 電源・系統構成

#### (1) 電源構成

表 3.2.2 に電源構成を示す。

表 3.2.2 電源構成 (単位：MW)

年度	種別	水力	火力	地熱	風力	合計
2006	公共	3,221	18,915	1,000	-	23,136
	民営	1,367	3,288	0	-	4,655
	合計	4,588	22,203	1,000	-	27,791
	(比率%)	(16.5)	(79.9)	(3.6)		(100)

(出典：国連統計資料)

#### (2) 系統構成

##### (a) ジャワ島系統

ジャワ島の電力系統はバリ島と接続されジャワ・バリ系統として一体的に運用されている。ジャワ・バリ系統の最大電力は我が国の約 12 分の 1 であり、インドネシア全体の電力需要の 76%を占めている。

2007 年現在の 500kV 基幹系統は図 3.2.2 に示すとおりであり、東西約 900km を縦断する 2 ルートの縦貫線とそれらを南北に連絡する 1 ルートの横断線により基幹系統は構成されている。

500kV 送電線は一部を除き供給信頼度確保のため 1 送電ルート当たり 2 回線で構成され

ている。500kV 系統は長距離、大電力送電を担っており、主要拠点に設置された 500/150kV 変電所において変圧された 150kV 系統がローカル供給を担っている。バリ島は 150kV 海底ケーブルによりジャワ島系統と連系されている。

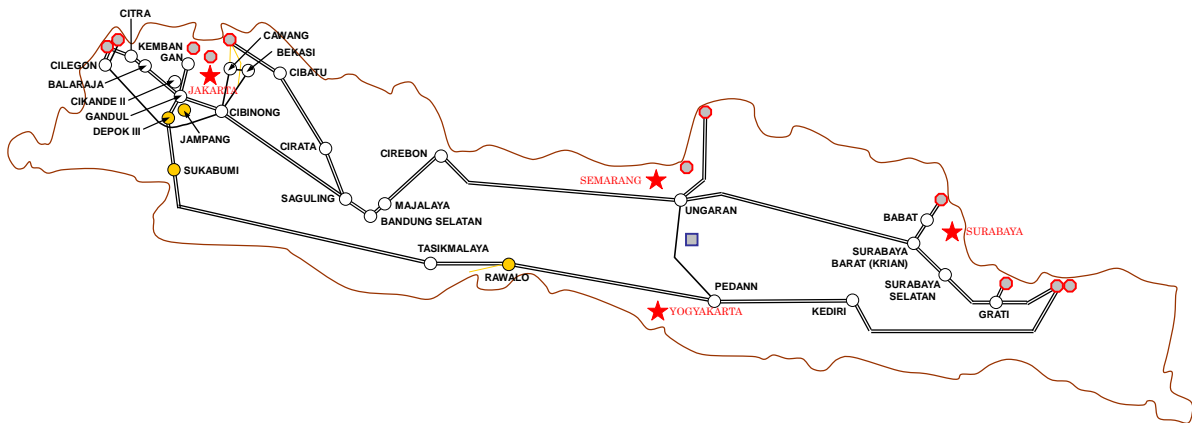


図 3.2.2 ジャワ島 500kV 基幹系統  
(出典：PLN 電力長期計画から調査団作成)

(b) スマトラ島系統

スマトラ島系統の電力需要規模はインドネシア全体の約 15%である。

図 3.2.3 に電力系統を示す。スマトラ島の基幹電力系統は 150kV で構成されているが、北部、中部、南部の 3 系統に分断されており、これらを連系する計画がある。



図 3.2.3 スマトラ島基幹電力系統  
(出典：国家総合電力計画 (エネルギー鉱物資源省 2005 年版))

(3)送変電設備

送電系統の電圧階級は、500kV、150kV、70kV 及び 20～30kV となっている。表 3.2.3 に 2006 年末の送電線の電圧別回線延長距離(km)、表 3.2.4 に変電設備の状況を示す。2006 年現在 500kV 送電線が 5,048km、150kV 送電線が 23,238km 存在する。2011 年にはスマトラ島で開発された電源のジャカルタへの電力輸送を目的として、海峡横断部の 500kV 直流海底ケーブルならびに地上部での 500kV 直流架空送電線の合計 1700km の直流送電線が計画されている。

表 3.2.3 電圧別送電線 (単位：回線延長距離 km)

年度	500kV	150kV	70kV	20～30kV	合計
2006 年末	5,048	23,238	4,619	12.0	32,917

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

表 3.2.4 変電設備 (2006 年 12 月現在)

電圧 (kV)	変圧器容量 (MVA)
500	15,500
275	160
154	33,972
70	3,876
20～30	208
合計	53,716

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

3.2.4 電力需給

表 3.2.5 に電力需給状況を示す。

表 3.2.5 電力需給状況 (単位：100 万 kWh)

年度	総発電電力量 (発電端) ①	所内用 ②	IPP 等か らの購入 電力量 ③	国内供給 電力量 ④=①-② +③	販売電力 量 ⑤	送配電損 失量 ⑥=④-⑤
2003	92,481	3,927	20,539	109,093	90,441	18,652
2004	96,191	3,953	24,053	116,291	101,140	15,151
2005	101,282	4,019	26,088	123,351	107,707	15,644
2006	104,469	4,274	28,640	128,835	113,222	15,612

(出所：海外電気事業統計 2008 年、(社)海外電力調査会)



### 3.2.5 電源・系統開発計画

2005－2021年の最大負荷及び販売電力量の予測を表3.2.6に、電源開発計画を表3.2.7に示す。

表3.2.6 最大負荷及び販売電力量予測（2005-2021）

年度	最大負荷		販売電力量		備考
	MW	増加率(%)	100万kWh	増加率(%)	
2005	19,260	-	107,707	-	実績
2006	20,350	5.66	113,222	5.12	〃
2007	21,713	6.70	122,079	7.82	〃
2008	23,168	6.70	131,629	7.82	
2009	24,720	6.70	141,926	7.82	
2010	26,376	6.70	153,029	7.82	
2011	28,143	6.70	165,000	7.82	PLN 推定値
2012	30,055	6.79	176,332	6.87	
2013	32,097	6.79	188,444	6.87	
2014	34,278	6.79	201,386	6.87	
2015	36,608	6.79	215,218	6.87	
2016	39,095	6.79	230,000	6.87	PLN 推定値
2017	41,742	6.77	245,857	6.89	
2018	44,569	6.77	262,808	6.89	
2019	47,586	6.77	280,927	6.89	
2020	50,809	6.77	300,296	6.89	
2021	54,249	6.77	321,000	6.89	PLN 推定値

（出典：海外諸国の電気事業 2008年、(社)海外電力調査会）

表3.2.7 年度別電源開発計画（インドネシア全体）

種別	年度別電源開発計画（MW）						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	合計
火力	2,780	1,270	1,760	1,500	660	630	8,600
水力	110	250				330	690
地熱	120	300	180	20	190	70	880
風力他	10			10	20		40
計	3,020	1,820	1,940	1,530	870	1,030	10,210

（出典：海外諸国の電気事業 2008年、(社)海外電力調査会）

### 3.3 中華人民共和国

#### 3.3.1 一般的事情

表 3.3.1 に中国の一般的事情を示す。

表 3.3.1 中国の一般的事情

項目	諸元
面積	960 万 km <sup>2</sup>
人口 (2006 年政府中国推定)	約 13 億人
政体	人民民主共和制
GDP (2007 年)	約 3 兆 4000 億ドル
一人当たりの GDP (2007 年)	2,460 ドル
GDP 成長率 (2007 年)	11.9%
消費者物価上昇率 (2007 年)	4.8%

(出典：JETRO 国・地域別基礎データ)

#### 3.3.2 電気事業体制

中国の電気事業体制を図 3.3.1 に示す。世界の電気事業自由化の趨勢に対応して中国政府は「行政と企業の分離、発送分離」の電気事業を進めてきた。その第一歩として 1997 年、「国家電力公司」が設立、1998 年には電気事業の行政管理機能を「国家経済貿易委員会」に企業管理機能を「国家電力公司」に分離した。その後、2002 年には国家電力公司が 5 つの発電会社と 2 つの送電会社に再編成された。あわせて 2003 年、電気事業の政策立案を担う「国家発展・改革委員会」並びに政策の実施を担う「国家電力監督管理委員会」が設立された。

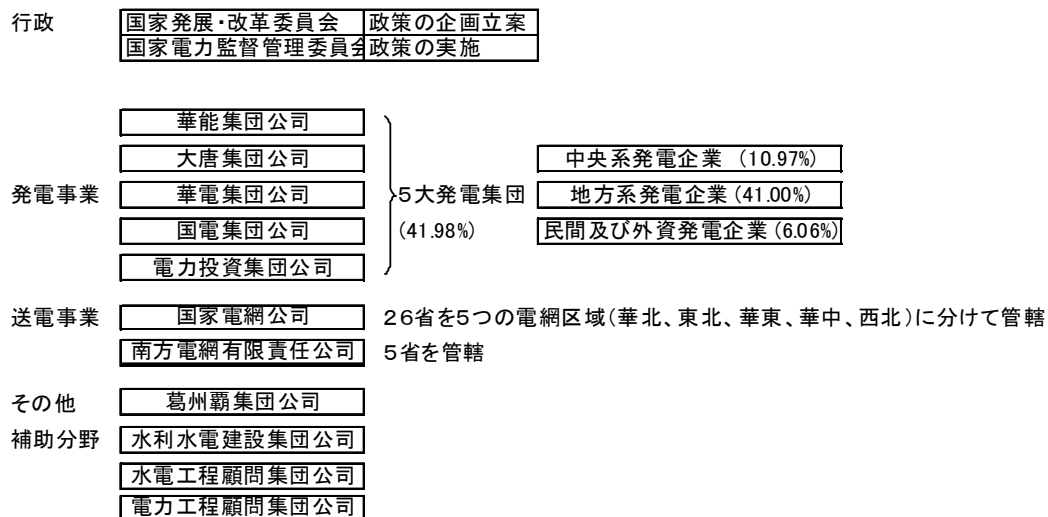


図 3.3.1 中国の電気事業体制

(出典：海外諸国の電気事業 2008 年、(社)海外電力調査会)

### 3.3.3 電源・系統構成

#### (1) 電源構成

電源構成を表 3.3.2 に示す。

表 3.3.2 電源構成

年度	単位	水力	火力	原子力	風力	合計
2006	MW (比率%)	130,292 (20.9)	483,822 (77.6)	6,846 (1.1)	2,072 (0.3)	623,698 (100)

(出典：海外電気事業統計 2008、(社)海外電力調査会)

#### (2) 系統構成

送配電・小売り供給を実施するのは、各省に置かれた電網企業であり、国家电网公司、南方電網公司の2系列に分けられる。さらに国家电网公司是華北、東北、華東、華中、西北の5区域電網に分けられる。それぞれの電網の供給エリアを表 3.3.3 に示す。

過去、各電網は独立していたが電網間連系が精力的になされ、2005年の華中電網と西北電網の直流連系の完成により6電網が全て連系され全国連系が達成された。

表 3.3.3 電網の供給エリア

系統	供給エリア
華北電網	北京市、天津市、河北省、山西省、山東省、内蒙古西部
東北電網	遼寧省、吉林省、黒竜江省、内蒙古東部
華東電網	上海市、江蘇省、浙江省、安徽省、福建省
華中電網	河南省、湖北省、湖南省、江西省、重慶市、四川省
西北電網	陝西省、寧夏回族自治区、甘肅省、青海省、新疆ウイグル自治区
南方電網	広東省、広西壮族自治区、貴州省、雲南省、海南省

(出典：海外電気事業統計 2008、(社)海外電力調査会)

経済発展の進む沿岸部の電力需要は大きく、5省（広東、江蘇、浙江、山東、河北）で国内電力消費の約4割を占めている。しかし、これらの地域はエネルギー資源に乏しく、自地域の資源のみでは需要を満たせない、一方、西部地域はエネルギー資源は豊富であるが、経済発展が遅れ需要は高くない。この地理的要因が、送電インフラの未整備と相まって、沿岸部における電力需給の逼迫、西部における電力余剰を生み出している。

この問題に対し、西部で発電した電力を東部まで長距離送電を行う「西電東送」の送電線建設プロジェクトが実施されている。これらは500kVまたは800kVの直流送電方式が採用されているが、1000kV交流送電線の建設も現在進められている。

送電系統の電圧階級は、750kV、500kV、330kV、220kV、110kV及び35～66kVとなっている。表 3.3.4 に2006年末の送電線の電圧別回線延長距離、表 3.3.5 に変電設備の状況

を示す。

表 3.3.4 電圧別送電線 (単位：回線延長距離 km)

年 度	750 kV	500 kV	330kV	220kV	110kV	35～66kV	合 計
2006 年末	141	73,625	13,762	183,460	342,926	382,865	996,780

(出典：海外電気事業統計 2008、(社)海外電力調査会)

表 3.3.5 変電設備 (2006 年 12 月現在)

電圧 (kV)	変圧器容量 (MVA)
750	300
500	30,310
330	3,128
220	66,768
110	81,026
35～66	28,728
合 計	210,260

(出典：海外電気事業統計 2008、(社)海外電力調査会)

### 3.3.4 電力需給

表 3.3.6 に電力需給状況を示す。

表 3.3.6 電力需給状況 (単位：100 万 kWh)

年度	総発電電力量 (発電端)	消費電力量	送配電損失率 (%)
2003	1,905,208	1,889,121	7.7
2004	2,194,352	2,176,130	7.6
2005	2,497,526	2,478,093	7.2
2006	2,849,855	2,836,788	7.0

(出所：海外電気事業統計 2008、(社)海外電力調査会)

### 3.3.5 電源・系統開発計画

2005年－2010年の最大負荷及び電力消費量予測を表3.3.7に示す。

表 3.3.7 2005-2010年度の最大負荷及び電力消費量予測

年度	最大負荷		電力消費量	
	MW	増加率 (%)	100万 kWh	増加率 (%)
2005	336,640	-	2,478,093	-
2006	391,630	16.30	2,836,788	14.50
2007	439,526	12.23	3,183,635	12.23
2008	493,280	12.23	3,572,890	12.23
2009	553,609	12.23	4,009,739	12.23
2010	621,315	12.23	4,500,000	12.23

(出典：海外諸国の電気事業 2008年、(社)海外電力調査会)

2005年－2010年の年度別電源開発計画を表3.3.8に示す。

表 3.3.8 2006-2010年間の年度別電源開発計画

種別	年度別電源開発計画 (MW)					
	2006	2007	2008	2009	2010	合計
火力	92,446	48,624	53,510	58,888	64,806	318,274
水力	12,904	16,505	18,596	20,951	23,606	92,562
原子力	0	584	635	688	747	2,654
その他	1,163	1,813	3,014	5,009	8,326	19,325
計	106,513	67,526	75,755	85,536	97,485	432,815

(出典：海外諸国の電気事業 2008年、(社)海外電力調査会)

### 3.3.6 華中電網

#### (1) 供給エリア

華中電網会社の供給エリアは図 3.3.2 に示すとおり、河南省、湖北省、湖南省、江西省、四川省、重慶市の 5 省 1 直轄市であり、対象面積は日本の 3.5 倍に及ぶ 130 万 km<sup>2</sup>（中国全土の 13.5%）、対象人口は 3.89 億人（全国人口の 30%）である。

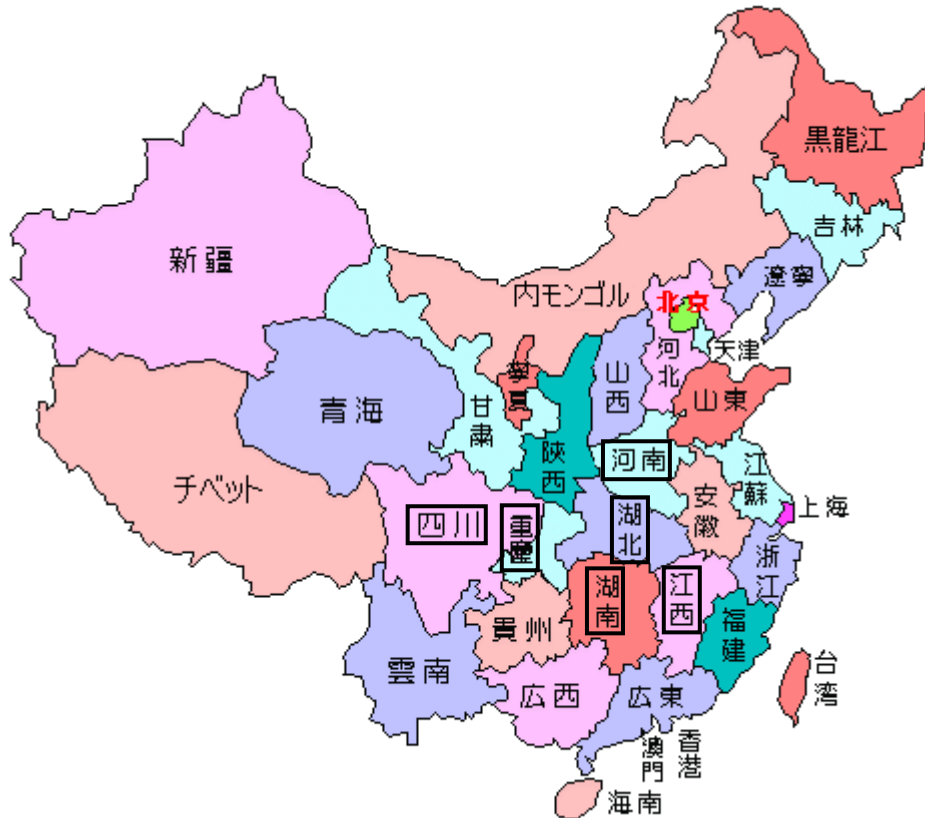


図 3.3.2 華中電網会社の供給エリア

#### (2) 発電設備と発電電力量

表 3.3.9 に 2008 年現在の連系電圧 6kV 以上の発電設備容量と最大需要電力と最大電力を、表 3.3.10 に発電電力量を示す。華中電網エリアの全発電設備容量は 16,398 万 kW であり、その内の華中電網会社の管理下に置かれる設備は 12,602 万 kW と全設備の 76.8%を占める。

最大需要電力は 7,933 万 kW と東京電力の 2001 年に記録された既往最大の 6,430 万 kW を上回る。最大需要電力に対し全発電設備容量は約 2 倍と大きく華中は電力輸出地域となっている。

2008 年の連系電圧 6kV 以上の設備の発電電力量は 6,511 億 kWh でありその内訳は水力 2,455 億 kWh、火力 4,048 億 kWh であった。

表 3.3.9 発電設備容量(連系電圧 6kV 以上)と最大電力 (2008 年)

発電設備容量	全容量 (万 kW)①	電網公司管理 (万 kW)②	比率 (%) =②/①
水力	6,422	3,773	58.7
火力	9,950	8,820	88.6
計	16,398	12,602	76.8
最大需要電力	7,933		

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

表 3.3.10 発電電力量(連系電圧 6kV 以上) (2008 年)

発電電力量	全電力量 (億 kWh)③	電網公司管理下 電力量 (億 kWh)④	比率 (%) =④/③
水力	2,455	1,266	51.6
火力	4,048	3,576	88.3
計	6,511	4,844	74.4

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

(3) 送変電設備

表 3.3.11 に 2008 年の 500kV の送変電設備規模を示す。また図 3.3.3 に 500kV 系統図を示す。

表 3.3.11 500kV 設備規模 (2008 年)

設備	単位	全設備 ①	電網公司管理下 設備 ②	比率 (%) =②/①
送電線	km	14,414	1,233	8.6
変電設備	MVA	68,220	6,000	8.8

(出典：華中電網有限公司年度報告書 2007 年版)



図 3.3.3 華中電網 500kV 系統図 (2007 年現在)

(出典：華中電網有限公司年度報告書 2007 年版)

### 3.3.7 四川省電力

#### (1) 発電設備と発電電力量

表 3.3.12 に 2008 年現在の連系電圧 6kV 以上の発電設備容量と最大需要電力と最大電力を、表 3.3.13 に発電電力量を示す。四川省電力の全発電設備容量は 3,069 万 kW であり華中電網の 18.7%を占める。四川省電力の全発電設備容量のうち華中電網会社の管理下に置かれる設備は 2,231 万 kW と全設備の 72.7%を占める。

最大需要電力は 1,489 万 kW と華中電網全体の 22.9%であった。

さらに 2008 年の連系電圧 6kV 以上の設備の発電電力量は 1,179 億 kWh でありその内訳は水力 787 億 kWh、火力 392 億 kWh であり水主火従傾向が顕著であり長江を始めとする水力資源が豊富にあり水力王国の特徴を示している。

表 3.3.12 発電設備容量(連系電圧 6kV 以上)と最大電力 (2008 年)

発電設備容量	全容量 (万 KW)①	電網管理下設備 (万 KW)②	比率(%) =②/①
水力	1,825	1,200	65.7
火力	1,241	1,128	90.9
計	3,069	2,231	72.7
最大需要電力	1,489		

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)



表 3.3.13 発電電力量(連系電圧 6kV 以上) (2008 年)

発電電力量	全電力量 (億 kWh)③	電網管理下設備 電力量 (億 kWh)④	比率(%) =④/③
水力	787	413	52.5
火力	392	350	89.3
計	1,179	763	64.7

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

(2) 系統管理体制

四川省電力公司是電力網の送配電と電力供給を主な業務としており、発電業務に関しては図 3.3.4 に示すように需要ピーク時に調節機能を果たす少数の水力発電所を管理するのみであり、大部分は他の発電会社が担当しており、さらに一部地区では、小規模発電所、電圧 110kV 未満の送配電業務、電力供給を地元の関連企業が担当している。

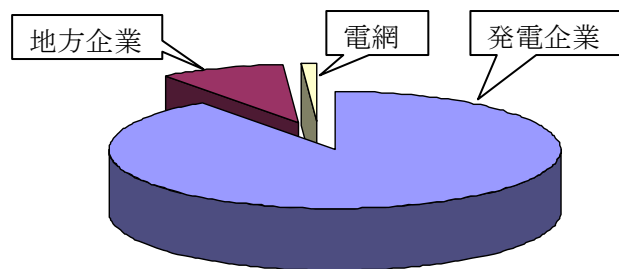


図 3.3.4 発電業務の企業別割合

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

(3) 電力系統

図 3.3.5 に四川省の基幹電力系統を示す。

電網間連系は 500kV 系統、地域間連系は 220kV 系統が担っている。さらに 110kV、35kV 系統が地域供給を担うとともに、10kV は配電系統に採用されている。

図 3.3.5 から分かるように電網間連系送電線ならびに変電所間を接続する送電線は 2 回線が主であり送電線 1 回線事故時にも供給支障が発生しないように配慮されている。また水力発電所を連系する送電線は事故時には発電支障が発生するものの供給支障は発生しないため経済性の観点から大部分が 1 回線である。

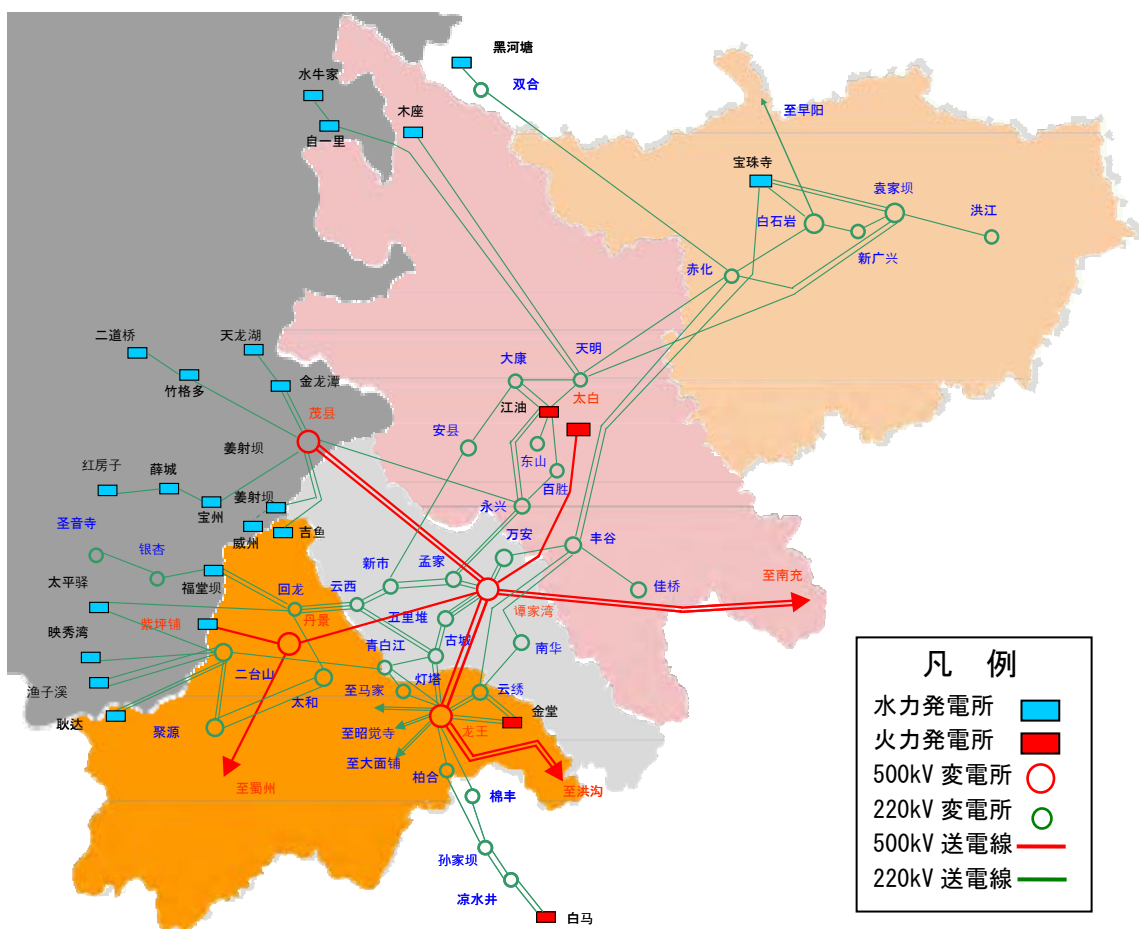


図 3.3.5 四川省基幹電力系統

(出典：四川省電力公司より入手資料を基に調査団作成)

## 第4章 調査対象国の防災体制・計画

### 4.1 トルコ国の防災体制・計画

#### 4.1.1 防災体制

大震災発生後、トルコ政府は直ちに危機管理センターを首相府に設置し、政府各期間、軍、赤新月社、民間ボランティアによる救援諸活動の全面的な監督・調整を企図した。しかし、通信・交通手段の途絶・混乱のため、十分な活動の展開ができず、例えば外国からの人命救助隊も被災地に入ることができず、長時間待機させられた。

人命救助については軍が大きな役割を果たした。災害復興法によれば、県知事は中央の承認を得て、直接その地域に駐屯する軍に救援依頼をできるようになっていたが、県当局自体の機能が混乱し、中央との通信も途絶していたので、軍が動き出したのは震災後3日も経過した後であった。このような危機管理体制の不備に対し多くの非難がよせられた。この教訓を生かして同年11月12日のドュジュジェ大地震では、危機管理センターは前回の8月17日の大地震に比べはるかに迅速かつ適切な対応をとることができた。

危機管理センターは災害発生直後の緊急事態に対処することが主目的で、緊急対策に続く応急対策から恒久対策に対しては、インフラストラクチャー・都市・住宅を担当する公共事業住宅省、被災都市の行政面を監督する内務省、被災者の社会福祉面を担当する厚生省、教育面では教育省、地域産業の活性化に関しては工業通産省と、中央政府の各省庁による行政機構の中で復興事業が進められつつある。

震災後の各被災地域の応急・復興需要に対処するため、政府は法律576号を公布して、被災地域調整機関(RDCG)とその下部組織である災害調整センター(DCC)を最も被害を受けたアダパザリ、イズミット、ボル、ヤロバ、ドュジュジェの5都市に設置した。ここでは、RDCG調整総監の下に5人の県調整官が任命され、795人の公務員とその他の臨時職員が国内外からの救援物資を公平に被災地に配分したり、各5県内の被災者に食料、衣類、住居、テント、その他必要とされる物資を調達するために関係各方面と交渉し、これらのサービスが効果的に提供されるよう努めている。各DCCはそれぞれの地域内に駐屯する軍の最高指揮官や県知事の協力を得て事業を遂行している。国内外から送られてきた救援物資は、まず7主要都市(アンカラ、イズミール、アダナを含む)に集積され、それから各DCCを通じて被災地物資支援センターに貯蔵され、必要に応じて各地に配分される。

図4.1.1に、震災地域の震災対策管理体制の例を示す。

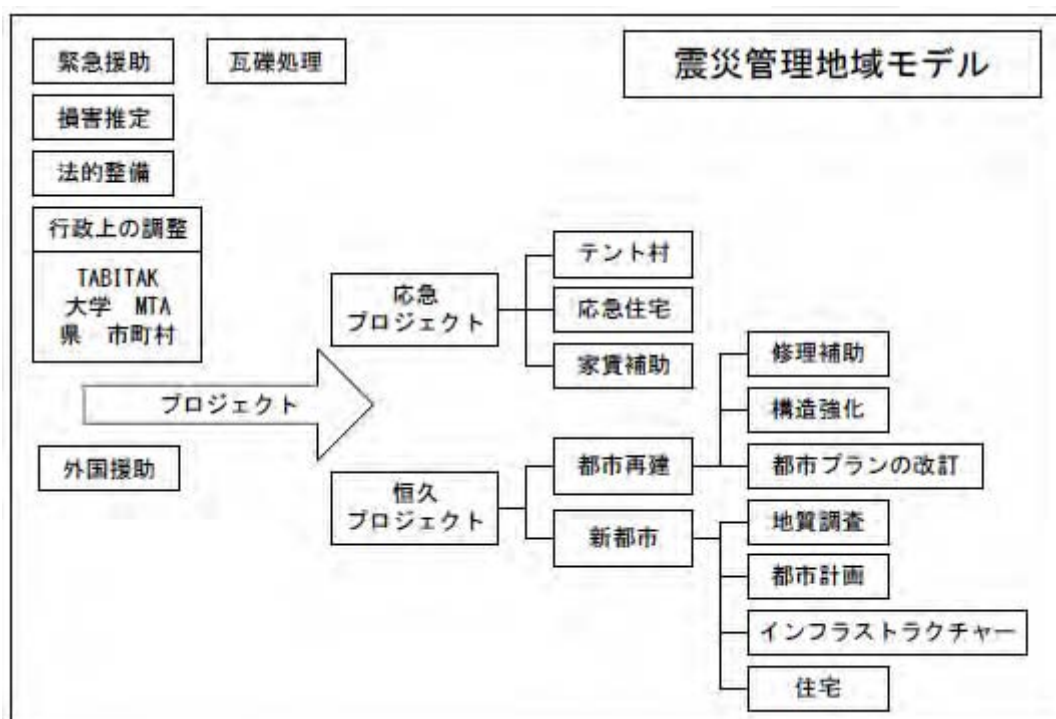


図 4.1.1 トルコの震災地域の震災対策管理体制（モデル）

#### 4.1.2 防災計画

トルコの都市計画関連法制度の枠組みを以下のとおりである。

公共事業・住宅省（The Ministry of Public Works and Settlement）が1983年に再編成され、設置された。ここが、土木・建設・都市計画の主務官庁となっている。1984年には「技術開発及び実施総局（General Directorate）」が整備され、主に1985年の開発計画法（略称；計画法第3194号）による業務を担当している。この法律の規定では、都市レベルにおける施設計画と具体化の権限は、市役所にある。一方、「領域計画（Territorial Plans）」の準備作業は、単一自治体の領域を越える内容であることから「技術開発及び実施総局」に権限があり、その部局で担当している。この部局は広義の都市計画関連政策の中央官庁の主體的な機構である。特に海岸地帯や急速な工業地域整備の計画的な誘導は、数多くある「領域計画」の中でも重要な対象であり、自然的価値及び文化的価値の保全に配慮しながら、持続可能な開発を進める手段となっている。また、特別法によって規定される上位計画（全体に渡る計画やマスタープランなども「技術開発及び実施総局」の管轄下にある。

「技術開発及び実施総局」は、地方自治体間の同一形式での実践を確保する計画と実施法策への基底となる原理を定める。そして海岸地域と都市地域での土地利用の諸計画に関する立法と法的規制を行うこと、この機構の管轄下にある。また、より良い都市環境の創造に対するマスタープランの実施や関連規制の実際には、自治体の諮問を受けることや協力することもある。特に、技術的な協力や財政措置に関する協力が要る。住宅の分野では、

スラム防止ゾーンの輪郭、低所得者向け住宅建設用地設定および社会住宅の財源については、「スラム住宅法 (Squatter Housing Act)」のフレームワークの範疇で対処する。公務員向けの「社会住宅」の用意は「技術開発及び実施総局」の機能の範疇で対処する。

都市計画関連の実務に関わる企業、都市計画家、地図作成技術者に関しては、その技能が審査され、ライセンスが与えられる。このライセンスの記録保存は「技術開発及び実施総局」の「データ処理部局」で行っている。

## 4.2 インドネシア国の防災体制・計画

### 4.2.1 防災体制

2004年12月にインド洋に面した沿岸部及びアチェ州を地震・津波が襲った後、ニアス地震、ジョグジャカルタ地震などの巨大災害によりインドネシア政府は、法制的、組織的な体制の改革を実施せざるを得なくなった。これにより防災のための国家行動計画 2006年～2009年 が 2007年1月に出版されることとなった。

2007年4月成立した新防災法に基づき、国家防災庁 (National Disaster Management Agency、インドネシア語で BNPB、長官: Dr. Ma' arif) が設置されている。

#### (1) 国家防災庁の役割

国家防災庁は、運営委員会と実施機関から構成される。新防災庁は省レベルではなく、防災を任務とする。

- ① 国家、地域レベルの防災についてのガイドラインと指導を作成する。
- ② 防災システムの組織化を推進する。
- ③ 一般国民に対して防災情報を伝える。
- ④ 防災について大統領に報告する。
- ⑤ 国内、国際的な資金の使用に責任をもつ。

#### (2) 国家防災庁の組織

図 4.2.1 は、国家行政体制における国家防災庁の位置を説明している。大臣らは、調整大臣の下に位置する。準大臣は、大臣の下に位置する。その下に各省の上級職員がいる。国家防災庁は、議長、運営委員会、実施機関から構成されることになるが、議長は、準大臣と同等の権能となる。一方、運営委員会は、関係省庁の上級職員の集合体となる。実施機関は、関係省庁の大臣や上級職員から構成される調整機関に過ぎなかった BAKORNAS PB の実施機関よりも強化されることになる。

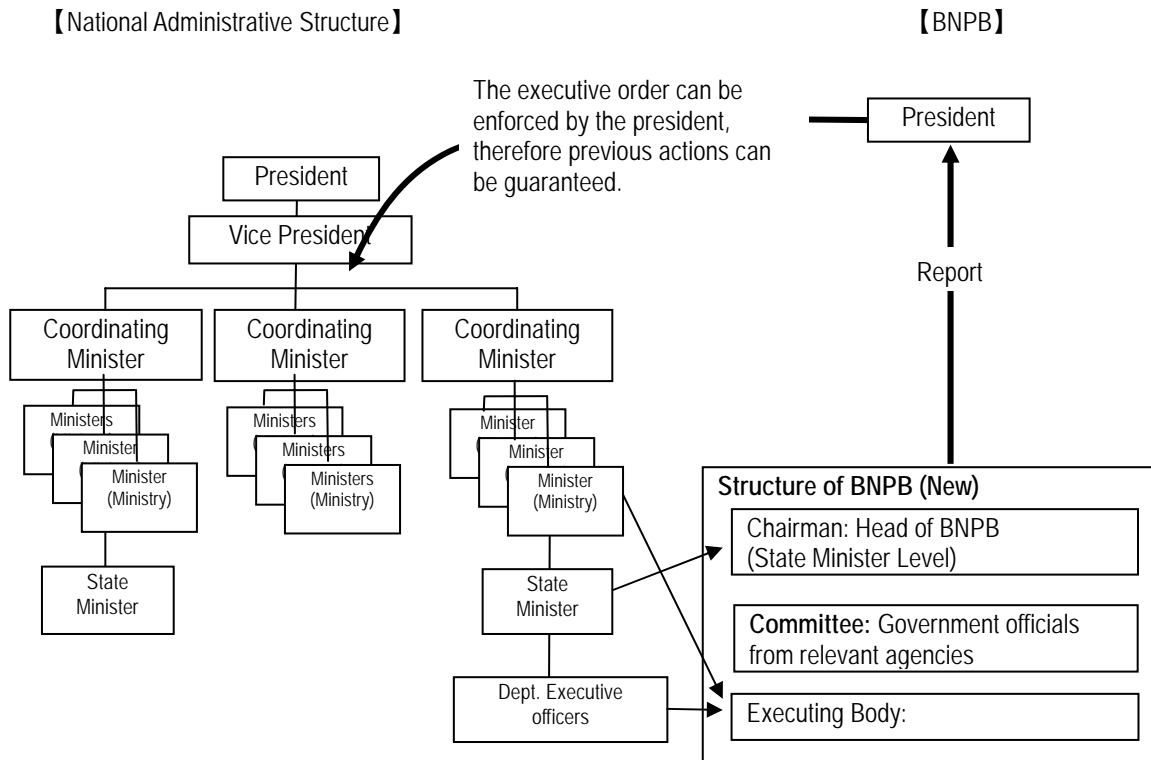


図 4. 2. 1 国家行政体制における国家防災庁の組織構成図

### (3) 防災の取組に関する日本の支援

2005年6月の日本国の小泉総理(当時)とインドネシア共和国のユドヨノ大統領により、両国協力にとっての最優先課題の一つとして確認された『防災調整組織の確立と関係組織間連携の強化』に基づき、日本国防災担当大臣とインドネシア共和国国民福祉担当調整大臣を共同議長とする「防災に関する共同委員会」が開催され、その活動を支援した。また、自然災害の予防とその被害軽減のための対策策定に向けた指針案の作成を行った。さらに、JICAが技術協力プロジェクトとして実施する「インドネシア国自然災害管理計画調査」が実施されている。

- ・ 期間：2007年3月～2009年3月
- ・ 内容：2007年4月に制定された新防災法に基づき、作成過程にある新防災法制度設計や防災に関する緊急支援規定を含む大統領令及び政府令の作成支援。中央・地方行政レベルにおける自然災害管理能力の向上及び組織制度の整備推進、防災計画の策定支援並びにコミュニティの防災能力向上による自然災害の被害軽減

法律では、インドネシアの防災政策は災害危険の低減の視点に対応する必要があるものとされている。これは兵庫行動枠組みの方向と一致している。そして、大統領は災害に関するデータやマップに基づき、防災計画の見直しの責務を負うものとされている。しかしながら、法令では、国家防災庁がその際に指導的役割を果たすものとはしていない。このようなシステムでは大統領が実質的に防災計画を見直すことは困難であるため、国家防災

庁は大統領とともに指導的な役割を果たすべきと期待される。

防災法においては、国家レベル、地方レベルの災害の規模についての早期警戒に関する記載がある。しかし、市民の避難について責任を負う機関が指示をすることが大まかに規定されているが、特定の責任官庁については明記されていない。早期警報についての責任が政府令、大統領令において明記される必要があると考えられる。そして、予算措置に関しては、国家防災予算と、災害に際して発動される基金の双方について、それらを確保する責務を大統領が負うものとされている。現行の制度に比較して、大統領の防災予算についての責務を法律において明記しているのは大きな前進である。

新たに設立された国家防災庁は、国の省に対して組織論的には下位に位置する。国家防災庁のこの位置づけは、省庁横断的な調整を防災政策において実施する際の障害となりうる。新法において国家防災政策の策定が宣言されていることから各省大臣から構成され大統領が議長となる中央防災会議は必須の存在であると言える。

### 4.3 中国の防災体制・計画

#### 4.3.1 防災体制

中国では、総合的災害を管理する行政機関が存在していない。例えば、地震については地震局、洪水については水利部、救援・救済については民政部となっている。国の防災に関わる方針、政策、計画の検討や策定、重大な災害対応活動の調整、防災活動に関する地方政府への指導などは、国家減災委員会（National Commission for Disaster Reduction, NCDR）により行う。国家減災委員会は関係省庁や社会団体を含め、34の省や部局で構成されている（図 4.3.1）。また、防災や災害救援の取り組みにおける指導力を強化するため、18名のアカデミー会員や著名な専門家で構成する専門家パネルが設置された。尚、国家減災委員会の事務局の機能を兼ねて、災害情報の共有、技術支援業務、緊急救援の意思決定支援のための中心的機関として、民政部の所属で 2002 年に中国国家防災センター（National Disaster Reduction Center of China, NDRCC）を設立した。

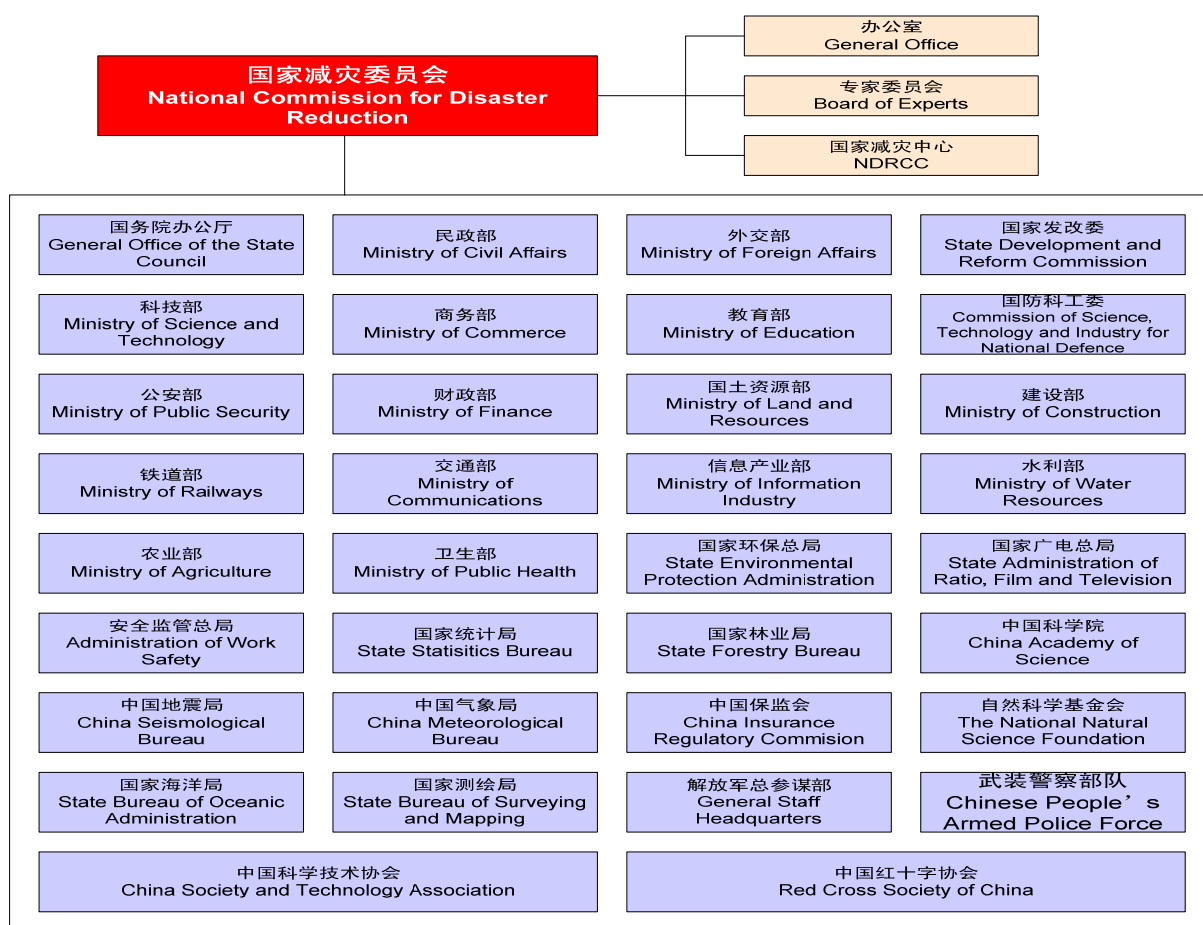


図 4.3.1 中国国家减灾委员会構成図

#### 4.3.2 防災計画

1998年4月、中国政府は「中華人民共和国国家自然災害軽減計画（1998-2010）」（NDRP）を発令した。NDRPは、「第9次国家経済社会発展5ヵ年計画と2010年長期目標綱要」に就いて策定された中国初の国家レベルの防災計画であり、防災事業におけるこれまでの経験を踏まえたものである。NDRPには次のような指針が明記されている。

- ①防災を国家の経済的社会的発展の観点から十分に検討する。
- ②防災を、災害に対する耐久力や災害救援と併せて重要な優先課題とする。
- ③科学、技術、教育の果たす役割を防災に盛り込む。
- ④中央政府や地方政府だけでなく、あらゆる社会セクターが防災に取り組む。
- ⑤国際交流や協力を強化する。

また、NDRPの主な目的は以下のものがあげられている。

- ①国家の経済的社会的発展に全面的に利するような重要な防災プロジェクトを構築すること。
- ②防災技術を幅広く応用すること。



- ③国民の意識と知識を向上させること。
- ④災害が国家経済や社会に与える影響を軽減するために、包括的な実行メカニズムを構築すること。
- ⑤災害による直接的な経済損失や人的被害を軽減すること。

その他防災関連計画として以下のものがあげられる

- ・ 中華人民共和国安全生産法
- ・ 国家突発公共事故総合対応計画
- ・ 国務院により緊急管理を全面強化する通知
- ・ 生産経営事業に対する安全生産事故の緊急対応計画策定ガイドライン

#### 4.3.3 国家電網の緊急管理体制

中国の送配電網は、国家電網と南方電網の2つの会社により運営されている。国家電網は26個の省、自治区、直轄市を管轄し、国土面積の88%、10億以上人口に送配電している。国家電網の緊急管理体制は、平常時に応急計画の策定、防災関係者の研修・防災訓練及び緊急時の対応により構成されている。緊急時の対応は、事故の重大さにより3レベルの緊急対応体制が整っている。国家電網は緊急対応指針、緊急人員管理指針、緊急対応計画策定指針が既に策定している。緊急時計画通りに遂行するため、以下の措置を平時より備えている。

- ・ 緊急対応人員の確保、訓練
- ・ 応急資機材の備蓄、維持
- ・ 移動衛星通信車、衛星通信端末の整備により緊急時通信手段の確保
- ・ 技術情報のデータベース化、共有
- ・ 移動発電車、小型発電機の整備より、緊急時の電力供給

#### 4.4 日本の防災体制・計画

我が国の防災対策体制・計画は、内閣府発行の平成20年防災白書によると以下のとおりである。

##### 4.4.1 災害対策関係法律

我が国の災害対策は、災害予防、災害応急対策及び災害復旧・復興の各段階に応じ、下記の災害対策基本法及び関係法律によって、推進されている。

##### 【基本法関係】

1. 災害対策基本法（昭和36年法律第223号）（内閣府，消防庁）
2. 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和45年法律第136号）（海上保安庁，環境省）
3. 石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）（消防庁，経済産業省）

4. 大規模地震対策特別措置法（昭和 53 年法律第 73 号）（内閣府，消防庁）
5. 原子力災害対策特別措置法（平成 11 年法律第 156 号）（文部科学省，経済産業省，国土交通省）
6. 東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成 14 年法律第 92 号）（内閣府，消防庁）
7. 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成 16 年法律第 27 号）（内閣府，消防庁）

**【災害予防関係】**

1. 砂防法（明治 30 年法律第 29 号）（国土交通省）
2. 建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）（国土交通省）
3. 森林法（昭和 26 年法律第 249 号）（農林水産省）
4. 特殊土壌地帯災害防除及び振興臨時措置法（昭和 27 年法律第 96 号）（総務省，農林水産省，国土交通省）
5. 気象業務法（昭和 27 年法律第 165 号）（気象庁）
6. 海岸法（昭和 31 年法律第 101 号）（農林水産省，国土交通省）
7. 地すべり等防止法（昭和 33 年法律第 30 号）（農林水産省，国土交通省）
8. 台風常襲地帯における災害の防除に関する特別措置法（昭和 33 年法律第 72 号）（内閣府）
9. 豪雪地帯対策特別措置法（昭和 37 年法律第 73 号）（総務省，農林水産省，国土交通省）
10. 河川法（昭和 39 年法律第 167 号）（国土交通省）
11. 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（昭和 44 年法律第 57 号）（国土交通省）
12. 活動火山対策特別措置法（昭和 48 年法律第 61 号）（内閣府，農林水産省）
13. 地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律（昭和 55 年法律第 63 号）（内閣府）
14. 地震防災対策特別措置法（平成 7 年法律第 111 号）（内閣府，文部科学省）
15. 建築物の耐震改修の促進に関する法律（平成 7 年法律第 123 号）（国土交通省）
16. 密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律（平成 9 年法律第 49 号）（国土交通省）
17. 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（平成 12 年法律第 57 号）（国土交通省）
18. 特定都市河川浸水被害対策法（平成 15 年法律第 77 号）（国土交通省）

**【災害応急対策関係】**

1. 災害救助法（昭和 22 年法律第 118 号）（厚生労働省）
2. 消防法（昭和 23 年法律第 186 号）（消防庁）

3. 水防法（昭和24年法律第193号）（国土交通省）

【災害復旧・復興，財政金融措置関係】

1. 森林国営保険法（昭和12年法律第25号）（農林水産省）
2. 農業災害補償法（昭和22年法律第185号）（農林水産省）
3. 独立行政法人住宅金融支援機構法（平成17年法律第82号）（国土交通省）
4. 農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律（昭和25年法律第169号）（農林水産省）
5. 中小企業信用保険法（昭和25年法律第264号）（中小企業庁）
6. 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法（昭和26年法律第97号）（農林水産省，国土交通省）
7. 公営住宅法（昭和26年法律第193号）（国土交通省）
8. 漁船損害等補償法（昭和27年法律第28号）（農林水産省）
9. 農林漁業金融公庫法（昭和27年法律第355号）（農林水産省）
10. 鉄道軌道整備法（昭和28年法律第169号）（国土交通省）
11. 公立学校施設災害復旧費国庫負担法（昭和28年法律第247号）（文部科学省）
12. 天災による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する暫定措置法（昭和30年法律第136号）（農林水産省）
13. 空港整備法（昭和31年法律第80号）（国土交通省）
14. 小規模企業者等設備導入資金助成法（昭和31年法律第115号）（中小企業庁）
15. 激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律（昭和37年法律第150号）（内閣府）
16. 漁業災害補償法（昭和39年法律第158号）（農林水産省）
17. 地震保険に関する法律（昭和41年法律第73号）（財務省）
18. 防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律（昭和47年法律第132号）（国土交通省）
19. 災害弔慰金の支給等に関する法律（昭和48年法律第82号）（厚生労働省）
20. 被災市街地復興特別措置法（平成7年法律第14号）（国土交通省）
21. 被災区分所有建物の再建等に関する特別措置法（平成7年法律第43号）（法務省）
22. 特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律（平成8年法律第85号）（内閣府，総務省，法務省，国土交通省）
23. 被災者生活再建支援法（平成10年法律第66号）（内閣府）

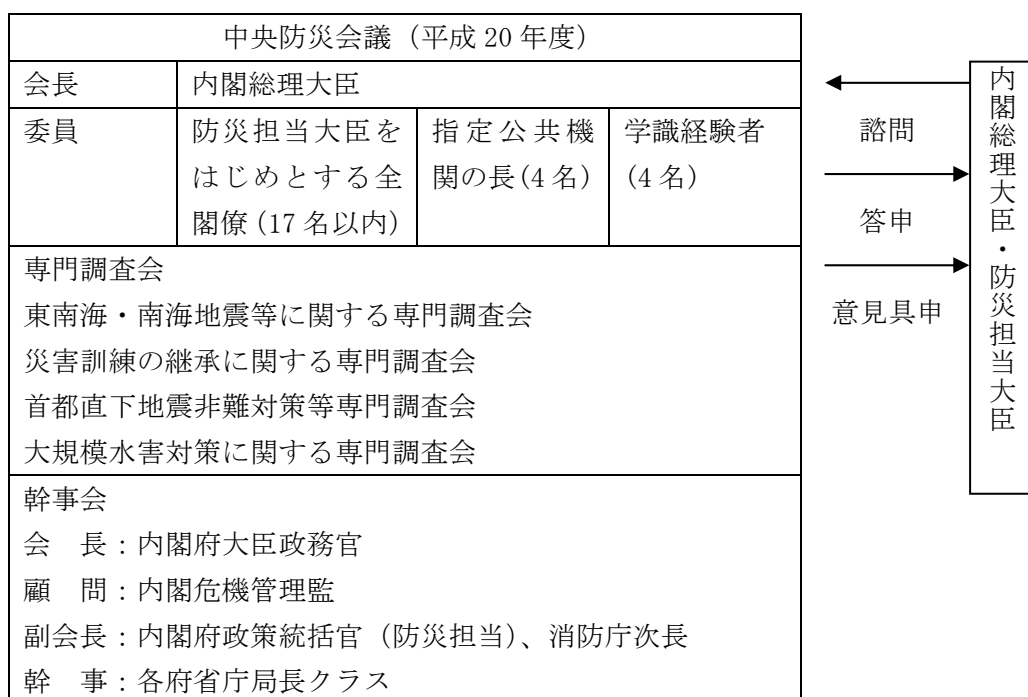
【組織関係】

1. 消防組織法（昭和22年法律第226号）（消防庁）
2. 海上保安庁法（昭和23年法律第28号）（海上保安庁）
3. 警察法（昭和29年法律第162号）（警察庁）
4. 自衛隊法（昭和29年法律第165号）（防衛省）

#### 4.4.2 防災体制

災害対策は国，地方公共団体，公共機関，住民等の協力の下に，総合的，統一的に実施される必要がある。

このため，国においては，災害対策の総合性の確保を図るとともに，防災に関する重要事項を審議するための組織として，災害対策基本法に基づき中央防災会議を設置している。中央防災会議は，内閣の重要政策に関する会議の一つとして，内閣総理大臣（会長）をはじめとする全閣僚，指定公共機関の代表者及び学識経験者により構成されており，防災基本計画の作成や，防災に関する重要事項の審議等を行っている（図4.4.1）。



（役割）

- ・ 防災基本計画及び地震防災計画の作成及びその実施の推進
- ・ 非常災害の際の緊急措置に関する計画の作成及びその実施の推進
- ・ 内閣総理大臣・防災担当大臣の諮問に応じたの防災に関する重要事項の審議（防災基本方針、防災に関する施策の総合調整、災害緊急事態の布告等）等
- ・ 防災に関する重要事項に関し、内閣総理大臣及び防災担当大臣への意見の具申

図 4.4.1 中央防災会議の構成・役割

#### 4.4.3 防災計画

防災計画には、防災基本計画、防災業務計画及び地域防災計画がある。

図 4.4.2 に防災計画の構成と体系を示す。

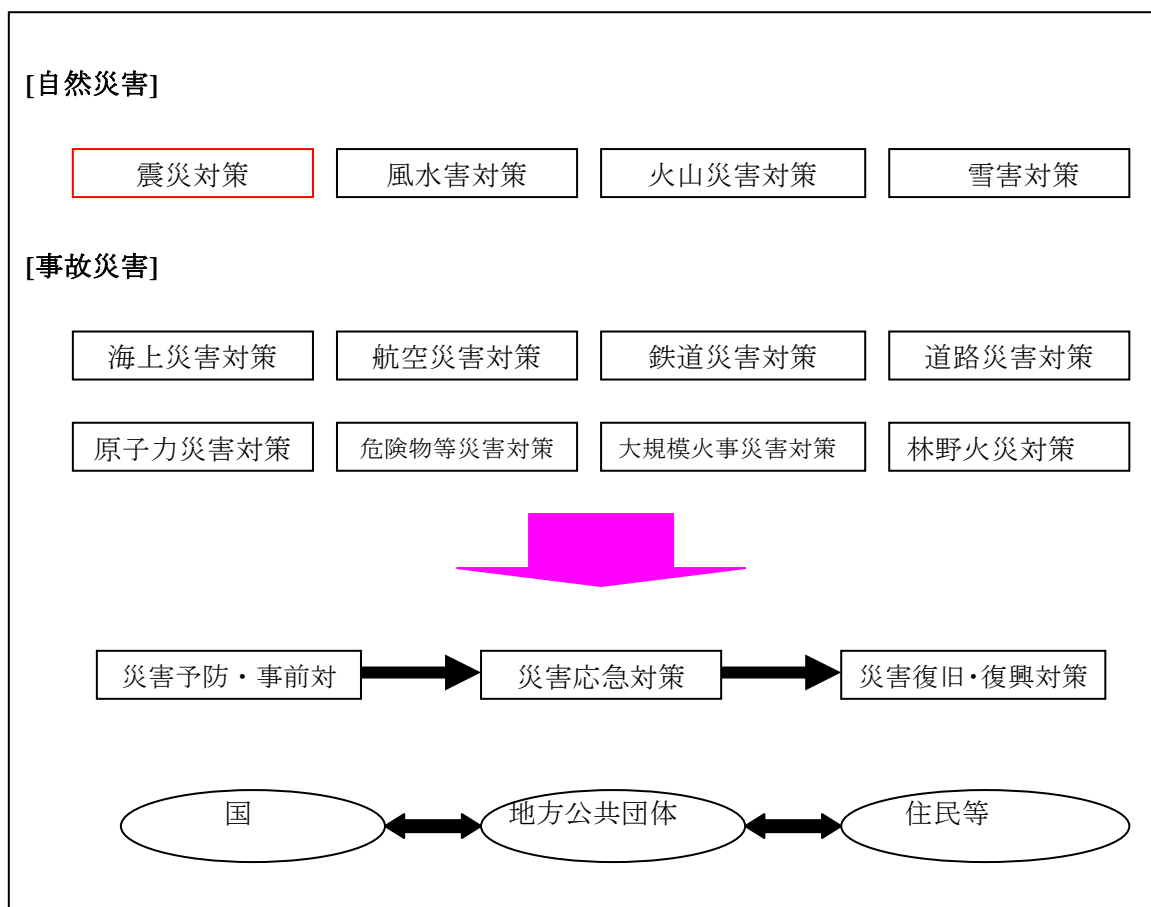


図 4.4.2 防災計画の構成と体系

#### (1) 防災基本計画

防災基本計画は、我が国の災害対策の根幹をなすもので、災害対策基本法に基づき中央防災会議が作成する防災分野の最上位計画として、防災体制の確立、防災事業の促進、災害復興の迅速適切化、防災に関する科学技術及び研究の振興等について、基本的な方針を示している。この計画に基づき、指定行政機関及び指定公共機関は防災業務計画を、都道府県防災会議は地域防災計画を作成している。

防災基本計画は昭和 38 年に策定され、阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ平成 7 年に全面修正された。更に、中央防災会議は毎年防災基本計画に検討を加え、必要に応じて修正している。

#### (2) 防災業務計画

防災業務計画は、防災基本計画に基づき、各指定行政機関の長及び指定公共機関が所掌事務又は業務に関し作成する計画である。

(3) 地域防災計画

地域防災計画は、防災基本計画に基づき、都道府県防災会議が当該地域の防災に関して作成する計画である。

(4) 災害対策に関する施策

災害対策に関する重要施策として次の施策が掲げられている。

(a) 防災に関する科学技術研究の推進

災害対策を効果的に講じるため、防災に関する科学技術の研究の推進。

(b) 災害予防の強化

災害による被害の発生を未然に防止し、あるいは軽減するため、災害に強い国づくり地域づくりを進めるとともに、国民一人一人の防災意識の高揚のための施策の実施、防災訓練の実施等。

主な施策例は次のとおり、

(i) 災害に強い国づくり、地域づくり、

- －国土保全事業の推進、
- －災害に強い、町・村づくり、
- －地域の防災拠点の整備、
- －広域防災基地の整備

(ii) 防災訓練

- －政府における総合防災訓練、
- －地方公共団体等における防災訓練

(iii) 災害時用援護者対策

(c) 災害応急対策の実施

(i) 災害発生時の措置、応急対策

- －情報収集・連絡等体制、
- －災害応急対策の広域活動体制、
- －広域医療搬送、
- －災害対策本部の設置、
- －防災に関する人材の育成・活用について、

(ii) 情報・通信体制の整備

- －情報収集・伝達システム、
- －防災無線通信網、
- －映像情報の活用、

- －放送による情報伝達、
- －安否確認の情報伝達、
- －情報・通信体制の整備に係る今後の課題等

(d) 災害復興対策等の実施

(i) 災害復旧事業の実施

- －復旧事業の特定、迅速な実施、
- －激甚災害制度の適用

(ii) 復興対策

- －復興計画の作成、
- －被災者生活再建支援対策、
- －被災者の住まいの確保対策、
- －市街地の復興対策、
- －地域経済の復興対策、
- －災害に係る住家の被害認定

#### 4.4.4 震災（地震）対策の現状

上記の我が国の総合的防災対策のうち、自然災害の一つとしての地震に対する国の震災対策計画の現状の概要は次の通りである。

(1) 地震に関する調査研究・観測の推進

地震の監視・観測と地震情報提供

- ①地震活動の監視・観測システム
- ②緊急地震速報の公表システム
- ③地震情報の公表システム

(2) 地震に関する調査・研究

- ①活断層の調査・研究
- ②海溝型地震の規模・確率を予測する長期評価に係る研究
- ③全国を概観した、地振動予測地図の作成・公表、
- ④地震予知に関する研究、
- ⑤首都直下型地震の解明に資する研究
- ⑥地震被害想定に係る調査・研究、
- ⑦長周期地振動対策に係る研究等

表 4.4.1 にわが国の地震活動監視・観測体制の現状を示す。これらの観測データをもとに、気象庁は地震発生時に地震情報、津波情報を速やかに公表している。

また、表 4.4.2 に地震・地殻活動の詳細な把握、調査研究のための基盤的観測網を示す。

表 4.4.1 緊急時の防災情報発表のための地震及び震度観測網

観測の種類	機 関	設 置 数	観測データの活用等
地震観測	気象庁	全国で概ね 60km 毎に約 180 点地震観測網（津波地震早期検地網）を展開	地震に関する情報や津波予報の迅速な発表に活用。
震度観測	気象庁	全国で概ね 20km 毎に約 620 点の観測網を展開	震度5以上を観測した場合や地上の通信系に障害が起きた場合には静止気象衛星による伝送ルートバックアップとして運用するなどして、震度観測データの収集に万全を期している。
	地方公共団体（都道府県等）	市町村毎に約 3,200 点の震度観測点を設置	うち 47 都道府県の 2,800 点について気象庁が地震情報で震度を取りまとめ発表（平成 20 年 3 月現在）
	独立行政法人防災科学技術研究所	ほぼ日本全国で概ね 20km 毎に約 1,000 観測点を設置	うち約 780 点について気象庁及び地方公共団体に震度情報を提供（平成 20 年 3 月現在）

（出典：平成 20 年防災白書（内閣府））



表 4.4.2 地震・地殻活動の詳細な把握、調査研究のための基盤的観測網

観測の種類	機関、設置数等	観測データの活用等
高感度地震計による地震観測	全国で約 15～20km 毎に約 1,200 点(平成 19 年 3 月現在)の高感度地震観測網を展開(気象庁、独立行政法人防災科学技術研究所、国立大学法人等)	微小な地振動を捉まえる高感度地震計を高密度に配置し、地震の震源や発震機構、地震により活動した断層を把握する。
広帯域地震計による地震観測	全国で約 100km 毎に約 120 点(平成 19 年 3 月現在)の広帯域地震観測網を展開(気象庁、独立行政法人防災科学技術研究所、国立大学法人等)	規模の大きな地震の際に発生する周期の長い地振動を捉まえる広帯域地震計を配置し、地震の規模と断層の破壊方向を精度よく把握する。
強振動観測	全国に数千ヶ所整備(国土交通省、気象庁、地方公共団体、独立行政法人防災科学技術研究所等)	強振動の観測が可能な強振計を設置し、構造物に被害を及ぼすような地振動の強さや周期、継続時間等の把握する。
地殻変動観測	国土地理院は地殻変動の監視のため、全国で約 1,200 点の電子基準点(GPS)を整備。また東海地域のプレート運動の詳細な把握のため、当該地域に 25 点を整備。また、活断層等の地殻変動を捉まえるため、国土地理院、文部科学省、国立大学法人等は全国の主な断層周辺に GPS 地殻変動観測施設を整備。	地殻歪みの時間的、空間的变化を広範囲で把握できることから、地震発生に至るまでの過程の解明に資する。

#### 4.4.5 電気事業者の防災対策・計画

##### (1) 電気事業者の防災業務計画

我が国の各電気事業者は、災害対策基本法(昭和 36 年法律第 223 号)第 39 条、大規模地震対策特別措置法(昭和 53 年法律第 73 号)第 6 条、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法(平成 14 年法律第 92 号)第 6 条ならびに日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法(平成 16 年法律第 27 号)第 6 条に基づき、電力施設に係る災害予防、災害応急対策及び災害復旧を図るため、一般防災業務計画、大規模地震防災計画等々を定め、災害対策の円滑かつ適切な遂行に資する目的のため、独自の“防災業務計画”を作成している。

## (2) 防災業務計画の基本構想の概要

電力施設の災害を防止し、また発生した被害を早期に復旧するため、災害発生原因の除去と耐災環境の整備に常に努力を傾注することとし、次に諸施策を重点に防災対策の推進を図っている。

- ①防災体制の確立
- ②災害予防対策
- ③災害応急対策
- ④災害復旧対策

なお、この計画は、常に検討を加え、必要があるときは修正されている。

上記各防災対策の細目は下記のとおりである。

### ① 防災体制の確立

- －防災体制（非常体制の区分、災害対策組織）
- －対策組織の運営（非常体制の発令及び解除、権限の行使、動員、指令伝達、情報連絡の経路）
- －社外機関との協調（地方防災会議等、防災関係機関との協調、他電力会社等との協調）

### ② 災害予防対策

- －防災教育
- －防災訓練
- －電力設備の災害予防措置（災害毎の各設備の予防対策）  
（地震対策については、表 4.4.4 参照）
- －防災業務施設及び設備の整備
  - ・観測、予報施設及び設備
  - ・通信連絡施設および設備（有線、無線）
  - ・非常用電源の整備
  - ・コンピューターシステムの整備
  - ・水防、消防に関する施設及び設備
  - ・石油等の流出による災害防止施設及び設備
  - ・その他災害復旧用施設及び設備
- －災害対策用資機材等の確保及び整備（確保、輸送、整備点検、広域運営、食料・医療・医薬品等生活必需品の備蓄、仮置場等）
- －電気事故の防止
  - ・電気工作物の巡視、点検、調査等
  - ・広報活動（電気事故防止PR、PR方法、停電関連）

### ③ 災害応急対策

- －通報、連絡（経路、方法）
- －災害時における情報の収集、連絡
  - ・情報の収集、報告

- ・情報の集約
- ・通話制限
- －要員の確保
  - ・対策要員の確保
  - ・復旧要員の広域運営
- －災害時における復旧資材の確保
  - ・調達
  - ・輸送
  - ・復旧資材置場等の確保
- －災害時における電力の融通
- －災害時における危険予防措置
- －災害時における自衛隊の派遣要請
- －災害時における応急工事
  - ・応急工事の基本方針
  - ・応急工事基準
  - ・災害時における安全衛生
- －ダム管理
  - ・管理方法
  - ・洪水時の対策
  - ・通知、通報
  - ・ダム放流
  - ・管理の細目
- －津波警報等発表時の対応
  - ・情報伝達、避難
  - ・津波来襲に備えた措置

#### ④災害復旧対策

- －復旧計画
  - ・復旧応援要員の有無
  - ・復旧要員の配置
  - ・復旧資材調達
  - ・電力系統の復旧方法
  - ・復旧作業の日程
  - ・仮復旧の完了見込
  - ・宿泊施設、食料等の手配
  - ・その他必要な対策
- －復旧順位（表 4.4.3 参照）

表 4.4.3 設備別の復旧順位

設備名	復旧順位
水力発電所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 系統に影響の大きい発電所</li> <li>2. 当該地域に対する電力供給上支障を生ずる発電所</li> <li>3. 早期に処置を講じないと復旧が一層困難になるおそれの発電所</li> <li>4. その他の発電所</li> </ol>
火力発電所 原子力発電所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 所内電源を確保できる発電所</li> <li>2. 系統に影響が大きい発電所</li> <li>3. 地域供給変電所を有する発電所</li> <li>4. その他の発電所</li> </ol>
送電設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 全回線送電不能の主要線路</li> <li>2. 全回線送電不能のその他の線路</li> <li>3. 一部回線送電不能の主要線路</li> <li>4. 一部回線送電不能のその他の線路</li> </ol>
変電設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主要幹線の復旧に係る送電用変電所</li> <li>2. 都心部に送配電する送電系統の中間変電所</li> <li>3. 重要施設に配電する配電用変電所</li> </ol>
配電設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 病院、交通、通信、報道機関、水道、ガス、官公庁等の公共機関、避難場所、その他重要施設への供給回線</li> <li>2. その他の回線</li> </ol>
通信設備	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 給電指令回線（制御・監視及び保護回線）</li> <li>2. 災害復旧に使用する保安回線</li> <li>3. その他の保安回線</li> </ol>

(出典：防災業務計画（平成18年7月修正）、東京電力(株))

表 4.4.4 設備毎の耐震設計等の予防措置

設備の種類	建造物の種類	耐震設計等の予防措置
水力発電設備	ダム	発電用水力設備に関する技術基準、河川管理施設等構造令およびダム設計基準に基づき、堤体に作用する地盤振動に耐えるよう設計する。
	水路工作物並びに基礎構造が建物基礎と一体である水車および発電機	地域別に定められた地盤震度を基準として建造物の応答特性を考慮した修正震度法により設計を行う。
	その他の電気工作物	発電所設備の重要度、その地域で予想される地振動などを勘案するほか、発電用水力設備に関する技術基準等に基づいて設計する。
	建 物	設計基準法により耐震設計を行う。
火力発電設備	機 器	発電設備の重要度、その地域で予想される地振動などを勘案するほか、発電用火力設備に関する技術基準等に基づいて設計を行う。
	建 物	設計基準法により耐震設計を行う。
架空送電設備	鉄塔及び基礎	電気設備の技術基準に規定されている風圧荷重が地振動による荷重を上回るため、同基準に基づき設計を行う。
地中送電設備	終端接続箱、給油装置	電気技術指針である「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づき設計を行う。
	洞 道	「トンネル標準示方書（土木学会）」等に基づき設計を行う。又、地盤条件に応じて、可とう性のある継手や管路を採用するなど耐震性を考慮した設計とする。
変電設備	機 器	変電設備の重要度、その地域で予想される地振動などを勘案するほか、電気技術指針である「変電所等における電気設備の耐震設計指針」に基づき設計を行う。
	建 物	設計基準法により耐震設計を行う。
配電設備	架空電線路	電気設備の技術基準に規定されている風圧荷重が地振動による荷重を上回るため、同基準に基づき設計を行う。
	地中電線路	地盤条件に応じて、可とう性のある継手や管路を採用するなど耐震性を考慮した設計とする。
通信設備	屋内設置機器等	建物の設置階を考慮した設計とする。

(出典：防災業務計画（平成18年7月修正）、東京電力(株))

## 4.5 各国の設備設計基準

### 4.5.1 火力発電所

トルコ、インドネシア、中国、日本について各国とも耐震設計基準は確立されている。しかしながら、その多くは建屋に関するものとして規定されており、発電所設備に関する耐震基準を保有しているのは上記4各国では日本と中国のみである。海外案件における発電所機器設備の耐震設計は各発電機メーカーの自主基準によるところが大きい。

また、設計用地震荷重の評価については建屋設計基準に準拠する場合が多い。発電所設備の設計用には重要度係数を採用し、算定が可能としている。

上記4カ国はいずれも地震多発国であり、その地震発生地域性、大きさを把握し、地震動の大きさに関するゾーンマップを作成している。これをもとに地震力の算定を行うように耐震設計法が規定されている。これにより地震発生危険度の高い地域ではより大きな地震動にて設計を行う合理的な設計が可能となっている。

以下に、各国の耐震設計基準の概要を示す。

#### (1) トルコ

基準名：“Specification for Structures to be Built in Disaster Areas Part III  
EARTHQUAKE DISASTER PREVENTION”

(Ministry of Public Works and Settlement Government of Republic of Turkey)

建物の地震に対する設計思想は以下の通り。

- ・比較的小さな地震についてはいかなる損傷も起こさないこと
- ・中程度の地震については修復可能な範囲での損傷にとどめること。
- ・大地震については人命保護のために建屋の全壊及び半壊を避けるようにすること。

この基準の特徴は以下のとおりである。

- ・一般的な建物の地震に対しての要求性が規定されている。
- ・地震に関するゾーンマップがあり、地域によって建物の耐震性能の最低要求レベルが規定されている。
- ・発電設備に関して重要度係数が規定されている。1.0～1.5
- ・地震力の算定は修正震度法（地域の影響、地盤の影響及び建屋構造形式による地震力増幅の影響を考慮している。）を採用している。

#### (2) インドネシア

基準名：“SNI 03-1726-2002 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (Earthquake Design Regulation for Building)” published by “Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan (Ministry of Public Work)”

この基準の特徴は以下のとおりである。

- ・建物全般に関する耐震設計基準はあるが、その他について特に基準はない。
- ・一般的な建物の地震に対しての要求性が規定されている。
- ・地震に関するゾーンマップがあり、地域によって建物の耐震性能の最低要求レベルが規定されている。
- ・発電設備に関して重要度係数が規定されている。
- ・地震力の算定は修正震度法（地域の影響、地盤の影響及び建屋構造形式による地震力増幅の影響を考慮している。）を採用している。

### (3) 中国

火力発電所の設計マニュアルがある。

(a) 火力発電所の技術基準(設計基準:中国電力メーカー協会基準化センター編集)で、耐震設計についての内容について以下に概要を示す。

- ・発電所の耐震設計の方針は、耐震設計した建築物が災害の際、建物の損害と人員の被害を低減し、経済面のダメージを少なくする事を予防する。
- ・建物は震度 6 以上の耐震強度が必要である。発電所建築物の耐震設計は GBJ 11(建築耐震設計基準)、GB50191(構造物耐震設計基準)と GB50260(電力施設耐震設計基準)により設計すること。(注:GB は国で定めた基準)
- ・次の建築物は GBJ 11(建築耐震設計基準)の乙種類の耐震設計基準で行う事。  
単機容量 300MW 以上と計画容量 800MW 以上の発電所、重要工場の自家発電所の主要建物、ボイラー、煙突、煙道、石炭輸送橋、石炭クラッシャー室、中央操作室、室内配電ビル、24 時間使用の通信及び通信ネット制御ビル等。
- ・次の建築物は GBJ 11(建築耐震設計基準)の丙種類の耐震設計基準で行う事。  
単機容量 300MW 以下と計画容量 800MW 以下の発電所の主要発電建築物と 24 時間使用の建物、及び供用建築物、重要な機材倉庫等。
- ・次の建築物は GBJ 11(建築耐震設計基準)の丁種類の耐震設計基準で行う事。  
一般機材倉庫、構内擁壁、自転車置場等。

(b) 発電施設耐震設計基準 GB50260-96

震度 6 から 9 の地域に建つ以下の電力設備耐震設計に適用する。

- ・ 12MW～600MW の火力発電設備
- ・ 10MW 以上の水力発電設備
- ・ 100kV～500kV の変電設備
- ・ 100kV～500kV の送電設備及びその基礎
- ・ 通信用マイクロ鉄塔及びその基礎

(c) 建築耐震設計基準 GB50011-2001

一般的な建物についての耐震基準で耐震性能のレベルは地域により異なる。(地域ごとにベースシャ係数が規定されている。)

(4) 日本

日本においては電気施設の保安を確保するための法律として電気事業法があり、これに基づいて公共の安全を確保し、環境の保全を図ることを目的にした電気工作物の工事、維持及び運用の基準である。

電気技術規定は民間であるが、法令の補完とともに新技術の開発及び社会情勢の変化に追従できるよう制定されている。

設計に際し具体的な手法を示している火力発電所の設備設計基準としては「電気技術規定 火力編 火力発電所の耐震設計規定」(社団法人日本電気協会)がある。これは火力発電所の設備及びその付属物についての耐震設計について規定しており、機器本体、基礎、土木構造物及び建築工作物(建物含む)について規定している。

以下にその内容について概要を示す。

基準名：「JEAC 3605-2004 電気技術規定 火力編 火力発電所の耐震設計規定 (社団法人 日本電気協会 火力専門部会)」

(a) 目的

火力発電所が地震に際して受ける被害から、公衆の安全を確保するとともに、電力の供給に重大な支障をきたさないようにすることを目的とする。

(b) 適用範囲：

火力発電所を構成する設備及び構造に適用する。

- ・ ボイラー及びその附属設備
- ・ 蒸気タービン等及びその附属設備 (ガスタービン、内燃機関含む)
- ・ 燃料燃焼設備 (石油燃料、液化ガス用燃料及び石炭燃料)
- ・ 高圧ガス設備
- ・ 制御、保護装置
- ・ 同上設備に係る土木、建築構造物

(c) 関連法規

関連する法令には、次のものがある。

- ・ 電気事業法
- ・ 建築基準法
- ・ 消防法
- ・ 高圧ガス保安法
- ・ 石油コンビナート等災害防止法



・石油パイプライン事業法

さらに、これら以外の関連する基準等にもよらなければならない。

(d) 耐震設計法

火力設備に用いる耐震設計法は次の(i)の震度法によるものを原則とするが、対象とする設備の構造特性に応じて、(ii)の修正震度法あるいは(iii)の応答変位法を適宜使用することが望ましい。さらに、構造物の形状、振動特性、重要度及び損傷形態を考慮して、必要と認められた場合には、(iv)の動的解析法を(i)(ii)(iii)と併用もしくは、これらに替えて用いることが望ましい。

(i) 震度法

剛性の高い構造物において、一般に構造物が地震時に受ける水平加速度は、地表面の水平加速度に等しいと考え、その質量に最大加速度を掛けた弾性力(地震力)が静的に作用するとして、構造物の変位や応力を検討する方法。慣用的に機器等(基礎含む)の設計に広く用いられている。設計水平震度の算定には以下の補正係数を考慮する。

- ①地域別補正係数
- ②地盤別補正係数
- ③重要度係数
- ④その他の補正係数(各設備毎に決定)

(ii) 修正震度法

固有周期が比較的長周期の構造物の耐震計算は、修正震度法によることが望ましく、自重及び積載荷重に設計水平震度 $K_{III}$ を乗じて地震時の慣性力を求める。修正震度法は、耐震上最も重要となる構造物の一次固有周期のみを考慮した近似的手法であり、固有周期を略算式で計算することにより、震度法とほとんど変わらない手間で、構造物の動的特性と地盤の特性を考慮した設計を実施できる。

(iii) 応答変位法

線状地中構造物に代表されるように、地震時の挙動が主として周辺地盤の運動に支配される構造物の耐震設計は、応答変位法によることが望ましく、地震時の地盤の変位又は変形から、構造物に作用する断面力や応力を算定する。

(iv) 動的解析法

動的解析手法は、2種類に分類できる。

- ① 応答スペクトル解析：構造物各部の地震時応答(変位・速度・加速度・断面力・ひずみ・応力等)の最大値にのみ注目した解析
- ② 時刻歴応答解析：上記諸量が地震動作用中に、時刻的にどのように変化する

かに注目した解析。

土木構造物については上記の他、土木学会等の設計基準により耐震設計が行われる。

- ・コンクリート標準仕様書（社団法人 土木学会）
- ・道路橋示法書・同解説（社団法人 日本道路協会）
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説（社団法人 日本港湾協会）

建築構造物については建築基準法の適用を受ける建築物及び工作物は建築基準法を遵守する。なお、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震後に各法規が改定された。この中で耐震設計についても改定されており、代表的な関連法規改定内容を示す。

- ・建築基準法の耐震基準と設計地震力の変遷について
- ・消防法の改定について
- ・道路橋示法書Ⅴ耐震設計編の改定について
- ・港湾の施設の技術上の基準・同解説の改定について

#### 4.5.2 変電所

トルコ、インドネシア、中国、日本について各国とも耐震設計基準は確立されていると思われるが、トルコ、インドネシアについての詳細は不明である。

##### (1) 日本

日本の変電所耐震設計基準は JEAG 5003-1980（変電所等における電気設備の耐震設計指針）に準拠して設計している。

##### (a) 変圧器本体

設計手法：静的設計手法

設計地震力：静的水平加速度 0.5G

##### (b) 開閉設備

設計手法：擬共振法による動的設計手法

設計地震力：水平加速度 0.3G、共振正弦3波

##### (c) 基礎

変電設備基礎に用いる耐震設計法は震度法によるものを原則とするが、対象とする設備の構造特性に応じて、修正震度法あるいは応答変位法を適宜使用する。さらに、構造物の形状、振動特性、重要度及び損傷形態を考慮して、必要と認められた場合には、動的解析法を用いている。

(2) 中国

中国の変電所耐震設計基準は発電施設耐震設計基準 GB50260-96 震度6から9の地域に建つ以下の電力設備耐震設計に適用する。

- ・ 100kV～500kV の変電設備
- ・ 設計手法：擬共振法による動的設計手法
- ・ 設計地震力：水平加速度 0.2G

#### 4.5.3 送電線

(1) インドネシア

インドネシアの「Standard Specification for Steel Tower E-501」には風荷重の設計値のみ記載され、地震荷重については何ら記載は無い。したがって特に地震についての設計は行われていない。

最近、東電設計(株)で設計コンサルタントを行った PT PLN ((Persero、インドネシア国有電力会社) から示された設計条件にも地震については記載されていない。風荷重については前記の「Standard Specification」には風圧荷重が示されていて風速値は記載が無い。日本の設計の考え方で逆算すると風速は10分間平均風速で25m/sとなる。設計コンサルタントを実施した際には PT PLN (Persero) の仕様書には風速が示されて平均風速25m/sと記載されていた。

(2) 中国

設計の詳細な資料は入手出来ていないが、中国四川省電力公司以聴取した結果、設計風速は平均風速で30m/sになっているとの事であった。

(3) 日本

送電設備の設計基準としては、電気事業法に基づき電気工作物の保安確保のために必要な最小限度の法的規制を目的とした維持基準である、経済産業省原子力安全・保安院編の「電気設備の技術基準」があるが、この中に支持物の倒壊による危険防止の条項中の解説として地震による振動・衝撃荷重に対して、資源エネルギー庁編「電気設備防災対策検討会(平成7年11月)」の報告より風圧荷重を考慮して施設すればよいこととしている。ここで風圧荷重とは10分間平均風速が40 m/sにおける荷重としている。

さらに日本電気技術規格委員会(JESC)が定めた民間規格で先の「電気設備の技術基準」と整合を図る自主規格基準である「架空送電規定」がある。この中にも「送電用支持物の耐震性能解析結果」が記載されており40 m/sの風圧荷重により設計された送電用鉄塔は高い耐震性能を有すると評価されている。

その他として電力各社が補完設計方法として活用している日本電気学会の電気規格調査会が定めた標準規格である「送電用支持物設計標準 JEC-127 (1979)」にも基準速度圧100kg/m<sup>2</sup>(高温季10分間平均風速28.1m/s、瞬間風速40.8m/s)における各電圧規模の鉄

塔についても十分な耐震性能を有している事が確認されたので特に地震荷重については定めなかったとしている。

## 第5章 被災経験からの課題・教訓

### 5.1 地震防災対策上からの課題・教訓

自然災害は規模や様相において、または地域特性・環境によって極めて多様であり、どれ一つとして同じものはない特性をもっている。これらの特性をもつ自然災害に対する調査対象国の防災対策上からの課題・教訓を画一的に論ずることは容易ではないが、本調査で対象とした自然災害の一つである“大規模地震”による電力設備の被害・復旧状況の調査を通じて感じた地震防災対策上からの課題・教訓は次のとおりである。

#### (1) 課題

- ①電力設備増強を優先し、震災対策は後手、後手になっている傾向がある
- ②電力設備地震対策についての意識・認識が薄い（被災経験が少ない）
- ③地震の観測・モニタリングシステムが脆弱
- ④地震災害の地域特性についての配慮が薄い
- ⑤地震災害による複合的要因を考慮した防災対策となっていない
- ⑥地震災害に対する詳細な防災対策指針が構築されていないか、作成中である
- ⑦地震災害に対する電力供給サイドと需要サイド、ライフライン事業者や行政機関との連携不足
- ⑧地震災害リスクマネジメントが普及していない（地震防災への投資に躊躇）

#### (2) 教訓

- ①電力設備設計耐震想定震度を大幅に超えた地震が発生
- ②二次的要因（山崩れ、地滑り、火災、ビル・建屋倒壊）による被害を想定した震災対策が必要
- ③日本を除き、電力設備の地震被害想定がなされていない

### 5.2 被害状況からの課題・教訓

#### 5.2.1 火力発電設備

火力発電設備が大規模地震により壊滅的な被害を受けた事例は、今回の調査対象国（日本、中国、インドネシア、トルコ、台湾）等では被災報告がなかった。発電機、タービン、ボイラーなどの主要設備については大きな被害はなく、付帯設備の開閉所機器、配管システム、機器支持鉄骨・フレーム、建屋等に大きな損傷を受けているが、早期の復旧が可能であった。日本、中国の事例から次の課題・教訓が挙げられている。

(1) 課題

① 耐震設計震度の差異に伴う間接的被害

主要機器については、耐震設計震度が高く設定されているため、被災は軽微であるが付帯設備の耐震設計が低く設定されているケースがあり、それら付帯設備の被害(建屋天井構造物の落下、開閉機器の損傷、制御室の天井落下等)で、発電機能が停止するケースがあった。付帯設備を含む発電所全体の耐震設計震度の協調・確立が必要。

② 二次被害防止用の諸施設の常備とその二重化

日本の事例として、地震による不均等地盤の変位により、変圧器接続母線に損傷を受け漏油が生じ火災に発展、消火用水設備が常設していたが、消火用水配管が地震で被害を受け、消火機能が作動できず長時間火災が継続した。

二次被害防止用の諸施設(消火設備、火災警報システム、漏油溜、防油堤の常備及び重要設備のそれら二次被害防止施設の2重化が必要。

(2) 教訓

① 燃料備蓄量

中国の例として、被災した石炭火力発電所の石炭の備蓄量は4台フル運転で5日分が備蓄されていたが、貨車で通常輸送が線路等の地震被害で不通となり、追加補給が困難であったが、幸い震災時期は電力需要が低い時期であったため、発電機1台分(20日間)で急場をしのげたとのことだが、高い電力需要時期を考慮した被災後の燃料輸送ルートの確保及び備蓄量の見直しが必要。

② 発電所構内の運転・保守要員及び家族宿舍

発電所構内に多くの運転・保守要員の家族宿舍があり、被災時にそれら職員、家族の救出・治療、食料確保、生活必需品等の確保に奔走したとのこと(中国の例)。

職住近接で非常時に対応可能であるが、発電所構内の住宅設備の耐震設計強度及び緊急時対応の非常食・生活必需品等の備蓄についても再考の要有り。

### 5.2.2 水力発電設備

中国の事例では、震源地近くに多くの水力発電所が散在し、ダム堤体の亀裂、ダム堤体の地滑り移動、放水路の倒壊、水門/ゲートの破損・流出など甚大な被害を受けている。

このほかダム湖への地滑り、山崩れによる大量の土砂流入、水路の土砂崩れ等による閉塞、堰止湖の発生による土石流による洪水被害等が報告されている。

(1) 課題

① 活断層帯における水力発電開発計画の見直し

② 堰止湖からの放流及び2次被害防止対策の強化

③ 土石流対策の強化

## (2) 教訓

- ①堰止湖からの放流作業従事者の二次被害による多数の犠牲者、
- ②被災地点が山間部のため、土砂崩れ等による道路閉鎖により、人命救助、復旧資機材輸送に困難を極めた、
- ③重機等の作業機材がなく、復旧作業も困難を極めた。

### 5.2.3 送電設備

送電設備が大規模地震により地震動により直接的に壊滅的な被害を受けた事例は、今回の調査対象国（日本、中国、インドネシア、トルコ、台湾）等では被災報告がなかった。

鉄塔の倒壊、傾斜、電線の断線等の被害が局所的に発生しているが、その主な原因は、地震動による土砂崩れ、山崩れ、地滑り等に直接的に巻き込まれた二次被害のケースが大部分で、過去の被害事例からも相対的に送電線は地震に対して強いとされている。理由として、送電線の設計は、通常、地震動に比べ風圧による荷重はるかに大きいいため、地震動に対して裕度がある設計となっているためである。被害事例等から次の課題・教訓が挙げられている。

#### (1) 課題

- ①送電線ルート選定においては、活断層帯及び山崩れ、地滑り、土砂崩れ等の地震時の二次被害想定箇所の回避および迂回路の選定。
- ②二次被害が想定される鉄塔設置箇所の土砂崩れ防止堤・壁の設置
- ③耐強度材質（鋼管）の採用化
- ④地震動で直接的に被害を受けた鉄塔の部材強度・設備診断及び補強の実施

#### (2) 教訓

- ①地盤の不均衡な陥没による鉄塔基礎の被害及び変位が多いため、軟弱地盤での基礎構造の改善が望まれる。
- ②地滑り、土石流、山崩れ等の二次被害が主な原因で鉄塔の倒壊、転倒、変形、断線が多発したため、ルート選定及び鉄塔位置選定に留意が必要。

### 5.2.4 変電設備

変電設備は今回調査対象国（日本、中国、ルコ、台湾）等において、電力設備の中でも大きな被害を受けていることから、地震に対する脆弱性が顕著な設備と言える。

変電設備の被害は多岐にわたり、その主な原因は、機器及び付帯設備の地震動耐震設計基準が実際の地震動よりも低く設定されていたことである。言い換えれば、想定設計地震動を超えた地震動が発生したことである。

それに加え、従来型の重心が高い、屋外型気中絶縁機器を採用した変電所で甚大な被害を受けているケースが多い。これは、機器単体の地震耐力に加え、設備構成から起因する

複雑な地震動が輻輳的に作用したものと思われる。

被害事例等から次の課題・教訓が挙げられている。

(1) 課題

- ①実際の地震動と被害の相関関係が判定できない（被害箇所に地震計が設置されていないケースが多い）
- ②機器、架台、基礎が別々に設計されているため、一体型の耐震設計となっていない。
- ③地震動が母線と機器に接続線を通して複雑に作用することが想定されるため、その対策が必要（接続線のフレキシブル化等）
- ④機器単体および架台・機器一体型の耐震強度試験の励行
- ⑤機器及び母線等の地震動に対する共振化防止対策の採用
- ⑥重要基幹変電所には、耐震強化機器・システムの導入化（完全密封型絶縁開閉器等）
- ⑦制御建屋の地震耐力強化（建屋倒壊による制御・保護機器、通信システムの壊滅）

(2) 教訓

- ①気中絶縁開閉機器（遮断機、断路器、計器用変成器、避雷器）は構造上及び絶縁材質（セラミック）のため、重心が高くなり、急激な水平荷重に弱い傾向がある。
- ②変電・送電設備が被害を受けると、電力線搬送式通信設備が壊滅状態となった。
- ③保安電話、携帯電話ともに、電源脱落により通信機能が停止したため、情報伝達が非常に困難となった。
- ④制御建屋倒壊により閉じ込められた運転員救出に重機がなく困難を極めた。
- ⑤道路損壊、地滑り、土石流等による交通手段の閉塞により、山間地区の被災地の電力供給網の復旧・救援に困難を極めた。

### 5.2.5 配電設備

配電設備には高圧線（6～35kV）及び低圧線（100～400V）に分類されるが、20kV～35kV級の高圧配電線の地震による被害の状況は送電線と類似した被害を被っている（地滑り、山崩れ等による支持柱の倒壊、傾斜、断線等が多い）。

需要家に接近した設備である、高・低圧配電線（100V～10kV）の被害状況は地震動による直接的被害よりも、ビル・家屋等の倒壊、傾斜、火災等による二次被害が圧倒的に多い。地震の規模にもよるが、ビル・家屋倒壊数に比例して被災箇所は広範囲にわたり、被災箇所数も多い。被災事例から次の課題・教訓が挙げられている。

(1) 課題

- ①重要需要家（公共施設、インフラ施設、病院等）への配電供給システムの2重化、系統の環状化等の配慮
- ②重要需要家密集地域への地中線化



(2) 教訓

- ①被害が広範囲に分散するため、地震で交通機関、道路が使用不可能になった場合、被害状況の把握が困難である。(配電システムの自動モニタリング機能がない場合)
- ②電源である配電用変電所が被害を被った場合、長期間復旧できない。

5.3 復旧作業および復旧体制上からの課題・教訓

地震の規模、被害地域の環境、被害状況が異なるため、一概に断定できないが、中国の四川省地震の事例等から電力設備の復旧作業、復旧体制上の課題・教訓は次のとおりである。

(1) 課題

- ①被災後、通信手段が麻痺、不通となり、被害状況の把握、情報伝達が困難、
- ②被災後、交通手段が麻痺、重機、救援物資、復旧資機材輸送が困難、
- ③拠点の電力設備の現場で運転員・社員の人命救出を優先するも、重機等の機材がなく、人力による危険で極めて困難な作業となった、
- ④多くの復旧作業員、他応援復旧作業員の仮設宿舎、生活物資、作業道具等の調達・輸送が困難、
- ⑤復旧用資機材、作業用重機の調達・輸送が極めて困難、
- ⑥余震及び二次被害が発生している中での復旧作業は極めて危険で困難、
- ⑦復旧、救援作業中に二次災害（土石流、土砂崩れ等）で死傷者・行方不明が多数発生
- ⑧重要拠点、重要需要家、インフラ施設、病院、公共施設、非難場所等に電力供給を優先して復旧作業したが、現状復帰の状態でも耐震強度を上げる作業はしていない（中国）

(2) 教訓

- ①通信手段として、携帯用衛星通信電話が有効であった
- ②有線電話、携帯電話等の通常の通信手段は中継基地等の電源脱落等で不通
- ③機器製造業者の協力で復旧用機器の調達が迅速にできた（中国）
- ④全国からの復旧用作業員・作業用機材の応援が有効であった（日本、中国）

四川省地震に対する緊急救援・復旧体制等の例を下記に示す。

四川省地震に対する緊急救援・復旧体制の例

- 1. 地震発生 12 分後に国家电网公司本社（北京）に応急救援・復旧体制本部設立
  - 総指揮：社長
  - 24 時間体制
  - 被災情報の収集・指揮
  - 各種の資機材調達を指示

2. 被災地中心である四川省、甘粛省の2ヶ所に現地応急救援・復旧指令所を設立
  - 現地で一括管理・協力作業を開始
  - 国家電網公司に属する四川省電力公司是救援部隊を編成、徒歩にて被災が激しい映秀鎮と北川県の社員約1,000名を救出
3. 国家電網公司是全国の支社から医者と看護人を編成し、被災社員の救出と治療にあたる。
4. 都江堰、徳陽、綿陽と広元県の地区に仮設の生活用及び作業用の建物を建設
5. 被災地域の電力供給の確保に努める
  - 国の救援機関、病院、通信設備、鉄道、危険な被災現場等の重要顧客を優先に電力供給に全力を注ぐ、
  - 電力供給が不可能な地域には、発電車両、発電機を搬送し、仮設の電力供給を行う。
  - 復旧可能な電力供給設備の復旧作業を継続
  - 華中電網地域から四川省に電力を融通して、被災地域の電力不足を補う
6. 国家電網公司本社、各支社の総力でグループの資源と人員を投入して早期の復旧を実現
  - 5月13日：重慶公司管内の復旧可能な顧客へ供給完了、
  - 5月16日：陝西公司管内の復旧可能な顧客へ供給完了、
  - 5月22日：甘粛公司管内の復旧可能な顧客へ供給完了、
  - 6月10日：四川公司管内の復旧可能な顧客へ供給完了、
7. 特に被災地区の4支社が全力を投入
8. 他の支社から救援部隊を編成し、上記4支社の救援・復旧体制に編入
9. 緊急に他支社から、多くの電力設備、飲料水、食品、テント、薬品等の応急物資を被災地域に輸送
10. 全壊した電力施設の同地点での再建、建設地を変更しての再建を継続中  
(再建計画の工程：2008年～2010年)

#### 5.4 設計基準面からの課題・教訓

電力設備の設計基準は各種構成体別に各構成体の特性、自然環境条件等を勘案して、過去の自然災害等の事例・被災経験等を有効に活用して、科学的検証、実験的検証を加えて、最悪なケースを想定し、総合的で合理的なスタンスで、各種構成体別に設計基準が制定・改定されているのが理想的である。

また、それら設計基準を遵守する当事者は、設備の重要度に応じて、設計安全率を高めて設計基準値を上げて利用する場合がある。

理想的な設計基準があっても、各構成体の当事者による設計・施工段階でミスが生じる

こともある。

従い、各国の被災状況等から設計基準の良し悪しは論ずることはできないが、下記課題・教訓が挙げられている。

(1) 課題

- ①被害をもたらした地震動の正確な大きさの分析（各被害場所において）
- ②正確な地震動の大きさと設計基準との相関関係の分析、
- ③被害状況と原因の総合的分析
- ④設計基準の見直し/改定
- ⑤設計基準が見直し/改正されても、既設設備の補強が十分になされていないケースが多々ある。

(2) 教訓

- ①設計基準、施工基準どおりに実施されてなく、被害が倍増したケースが多い
- ②設計、施工時の審査・検査に問題があったケースが多い
- ③電力設備立地地点近隣の活断層を見落としていた場合がある
- ④基準は遵守しても、他の設計条件（地質、地盤構造等）を詳細に調査しないで、設計・施工したケースが多い
- ⑤基準を遵守しても、二次被害、輻輳的被害を想定してないケースが多い

## 5.5 系統運用面からの課題・教訓

### 5.5.1 四川地震の電力系統被害

表 5.5.1 に電圧・設備別の被害数を示す。

図 5.5.1 に送電不能となった送電線を示す。送電不能送電線は自身が被害を被ったことによるものと、接続された変電所の変電機器が損傷したことによる影響で送電が不可能になったものを含む。送電不能送電線は震源地に近い西側の系統に集中している。500kV 送電線は電網間ならびに地域間連系に重要な役割を果たす重要設備であるが、譚家湾－茂県線の 2 回線、丹景－紫坪鋪線の 1 回線、譚家湾－南充線 2 回線のうちの 1 回線の合計 4 回線が送電不能となっている。中でも譚家湾－南充線は四川省系統と重慶市・湖北省系統と連系する重要送電線である。

表 5.5.1 電圧・設備別の被害数

電圧	設備	全数	被害数	被害割合
500kV	変電所	18 箇所	1 箇所	5.6%
	送電線	41 回線	4 回線	9.8%
220kV	変電所	94 箇所	13 箇所	13.8%
	送電線	337 回線	46 回線	13.6%
110kV	変電所	351 箇所	66 箇所	18.8%
	送電線	796 回線	118 回線	14.8%
35kV	変電所	351 箇所	91 箇所	25.9%
	送電線	603 回線	106 回線	17.6%
10kV	配電線	11,349 き線	2,495 き線	22.0%
戸数		1,860 万個	405 万個	21.8%

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

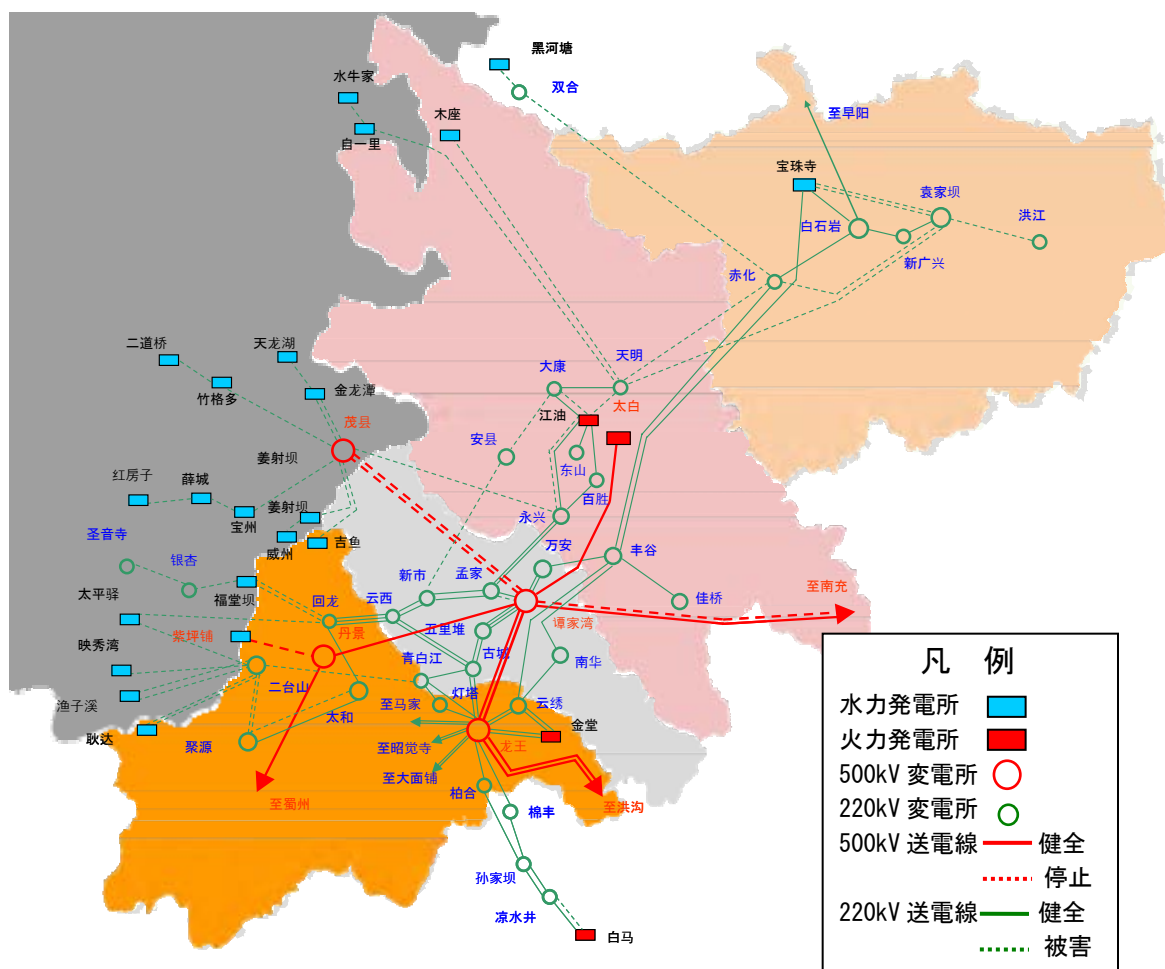


図 5.5.1 地震後の送電線運転状況

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

### 5.5.2 負荷変化状況

図 5.5.2 に地震前後の四川電網系統の負荷変化を示す。2008 年 5 月 12 日 14 時 28 分の地震発生直後に系統負荷は減少したため既に 1 日の半分以上の時間が経過しているにも拘わらず日平均負荷は 879 万 kW と前日の 85% に低下すると共に、翌日 13 日の値は 635 万 kW と地震前の 61% まで低下した。また 13 日の最大負荷は 746 万 kW と地震前の 64% となった。

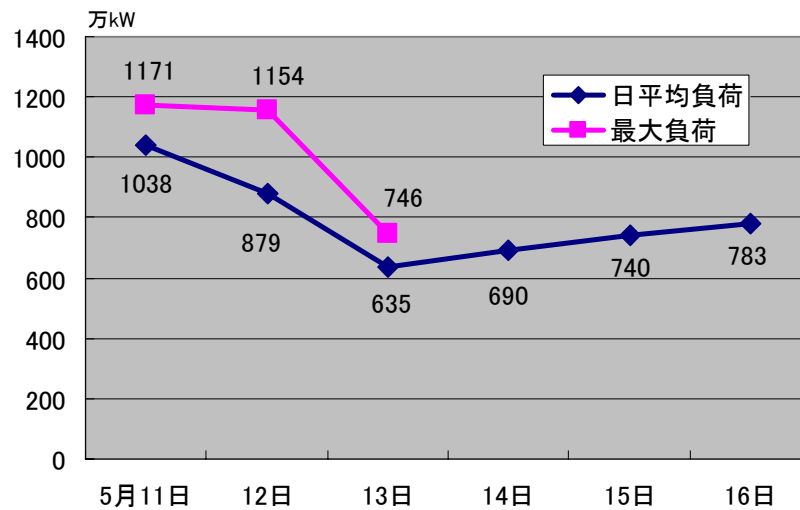


図 5.5.2 地震前後の四川電網系統の負荷変化  
(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

### 5.5.3 系統復旧状況

表 5.5.2 に四川省電力の基幹系統の復旧状況を示す。

表 5.5.2 四川省電力の基幹系統の復旧状況

時 点	復 旧 状 況
2008年5月12日	地震発生
5月17日	500kV 丹景－紫坪線が復旧し紫坪鋪発電所が系統網に復帰
5月18日	2号線のみで運転していた500kV 譚家湾－南充線の1号線が送電回復。四川省系統と重慶市・湖北省系統との連系強化が図られ系統安定度が向上
6月2日	成都、徳陽、綿陽、広元の220kV送電線の計28回線が稼働を再開。当地区の220kV系統が全面復旧
6月下旬	川西地区の重要発電所である金堂発電所と江油発電所が運転回復
9月	四川省全体の需要に対する供給を満足できる程度に回復。運転の安定性も大幅に向上
10月31日	鉄塔1基が倒壊した譚家湾－茂県線の2回線が復旧。茂県変電所の2号変圧器も復旧。500kV系統が全面復旧
12月12日	映秀湾発電所の3号発電機が映山丹線により系統網に接続
2009年2月	未復旧設備：震源に近い阿壩地区の水力発電所6箇所、220kV変電所2箇所、220kV送電線14回線 復旧方針：壊滅的被害を受けた二台山変電所に接続していた福堂壩、太平駅、耿達、漁子溪の各発電所は別地点での連系計画。福堂壩、太平駅、耿達、漁子溪の各発電所も復旧建設中。映秀湾発電所1,2号機は点検修理中

(出典：四川省電力公司より調査団入手資料)

### 5.5.4 課題・教訓

#### (1) 設備計画

500kV系統は系統安定運転の要であり、送電線は原則として2回線構成となっている。このため譚家湾－南充線は1回線が停止したにも拘わらず非停止の1回線で送電が可能であった。このため系統の安定性は低下したものの四川省系統と重慶市・湖北省系統との連系は保たれ系統崩壊等の大規模停電が避けられた。

系統の骨格となる基幹系統は、多くの国で供給信頼度基準としてN-1基準が採用されている。これはN単位の設備のうち1単位の設備が故障しても供給支障を発生させないことを意味しており、この考えに従えば系統は適切な設備余裕が必要となる。仮に各設備とも稼働率が100%近く余裕が少ないとすると、天災や故障により設備が突然停止した場合には当該設備が負担していた電力潮流が他の健全設備に流れ込み過負荷となり設備保護の観点からその健全設備も系統から切り離されることとなる。これらの現象がカスケードに生じ

ることから停電が広範囲に発生する。

中越沖地震や阪神・淡路地震でも大規模な停電の発生が避けられたのは適切な余裕設備の保持が奏功したと言っても過言でない。中国も N-1 基準を採用しており四川地震で大規模停電が避けられると共に復旧が比較的早かったのは余裕設備が保有されていたためである。N-1 基準については 7.3.1 章で詳しく述べる。

## (2) 系統構成面

四川省、河南省、湖北省、湖南省、江西省、重慶市の系統から構成される華中電網系統は図 3.3.3 に示したように重要地域間は 2 回線送電線 2 ルート以上で連系されており、1 回線あるいは 1 ルートの設備停止においても地域間連系は保たれる構成となっている。

また四川省系統は図 3.3.5 に示したように 500kV 系統の下位に 220kV 系統が密度高く存在しており 500kV 系統の事故が発生しても 220kV 系統が一部をバックアップできる構成となっている。勿論 220kV 系統の送電能力は 500kV 系統と比較し小さいので全量のバックアップは不可能であるが、重要負荷の停電防止や停電時間の短縮に威力を発揮した。

今回の四川地震の震源は幸にも需要中心の省都である成都から 92km 離れていたため成都での電力設備の被害は小であったが、震源が近い地域の電力設備は大きな被害を被ったが、中でも変電所の母線、開閉設備等は空気絶縁の従来型設備が採用されており重心が高く壊滅的な被害を被った。変電所母線の被害は、接続されている送電線が全て使用不能となり系統への影響が大きい。

仮に四川省系統の要であり成都市の供給拠点である譚家湾変電所母線が被害を受けた場合には、多数の 500kV ならびに 220kV 送電線が接続されているため停電は大規模となると共に復旧も長時間を要するものと予想される。重要変電所の母線の耐震強度を上げると共に拠点変電所の機能を分散させ停電リスクを減少させる必要がある。