

行政院及所屬各機關出國報告(出國類別：實習)

派赴日本中國電力株式會社 第 42 屆觀摩團研習報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：

姓名	單位	職稱
劉金溢	輸變電工程處	機電工程技術 組長
許家豪	發電處	環保化學 組長
李國鼎	核能安全處	經理
黃張鴻	系統規劃處	主管 規劃
龔秋桂	企劃處	主管 辦事細則
柴建業	業務處	主管 配變自動化
林錦偉	營建處	主管 水路
鍾思思	桃園區營業處	電費 經理

派赴國家：日本

出國期間：101年10月15日至10月24日

報告日期：101年12月17日

出國報告審核表

出國報告名稱：派赴日本中國電力株式會社第 42 屆觀摩團研習報告		
出國人姓名(2 人以上,以 1 人為代表)	職稱	服務單位
劉金溢	機電工程技術組長	輸變電工程處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：101 年 10 月 15 日至 101 年 10 月 24 日		報告繳交日期：101 年 12 月 17 日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:	

- 說明：
- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
 - 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人	劉金溢等 8 員	審核人	單位 主管	主管處 主 管	總 經 理 副總經理
-----	----------	-----	----------	------------	---------------

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：派赴日本中國電力株式會社第 42 屆觀摩團研習報告

頁數 175 含附件：是 否

出國人員：劉金溢/台灣電力公司/輸變電工程處/組長/02-2322-9775

許家豪/台灣電力公司/發電處/組長/02-2366-6547

李國鼎/台灣電力公司/核能安全處/經理/02-24985990#2770

黃張鴻/台灣電力公司/系統規劃處/主管/02-2366-6897

龔秋桂/台灣電力公司/企劃處/主管/02-23666481

柴建業/台灣電力公司/業務處/主管/02-23666701

林錦偉/台灣電力公司/營建處/主管/02-23666970

鍾思思/台灣電力公司/桃園區營業處/經理/03-3392121#260

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：101.10.15~101.10.24 出國地區：日本

報告日期：101 年 12 月 17 日

分類號/目

關鍵詞：變電所、超超臨界機組水處理及污染防制經驗、東日本大地震核能電廠改善措施、智慧電網、再生能源、組織架構、電力調度、老朽化壩再開發、電費服務

內容摘要：(二百至三百字)

本公司與日本中國電力株式會社(以下簡稱中電)於民國55年締結雙方技術交流合約，約定每年互派人員觀摩研習，除了增進兩公司的合作關係外，更藉以瞭解兩公司科技及營運水準的進展，作為雙方發展方向的參考。

本公司第42屆派赴日本中國電力株式會社觀摩團一行8人，於民國101年10月15日赴日本中電訪問，為期10天。先於廣島中電總公司聽取經營及組織概況後，再進行個別觀摩研討。此行觀摩重點如下：(1)多目標變電所之設計及施工。(2)超超臨界機組水處理及污染防制經驗。(3)2011.3.11東日本大地震核能電廠改善措施。(4)降低投資成本下輸變電系統規劃、智慧電網應用及再生能源併網。(5)中電組織架構、分工及授權與未來組織發展重點。(6)先進變電所與調度系統。(7)老朽化壩再開發。(8)運用資訊科技提昇用戶電費服務及有效處理催收業務。團員們針對上述各項主題的研習重點、現場見習心得及感想，分別提出報告並彙整成本報告，除觀摩中電汲取經驗及技術交流外，實際體驗不同國情，日本文化之細膩與精緻也值得尊重與學習，他山之石可以攻錯，團員回到各自工作崗位後，相信亦會對自己及工作更加尊重，如此將對個人及公司之經營皆有所助益。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

目錄.....	I
表目錄.....	II
圖目錄.....	IV
壹、前言.....	1
貳、團員名單與行程紀要.....	3
一、團員名單與觀摩主題.....	3
二、行程紀要.....	4
參、共同觀摩項目.....	6
一、中央電力調度中心.....	6
二、廣島電力所.....	9
三、柳井發電廠.....	10
肆、個別觀摩主題與感想建議.....	12
一、多目標變電所之設計及施工—劉金溢.....	12
二、超超臨界機組水處理及污染防制經驗—許家豪.....	38
三、2011.3.11東日本大地震核能電廠改善措施—李國鼎.....	56
四、降低投資成本下輸變電系統規劃、智慧電網應用及再生能源併網—黃張鴻	72
五、中電組織架構、分工及授權與未來組織發展重點—龔秋桂.....	82
六、先進變電所與調度系統—柴建業.....	108
七、老朽化壩再開發—林錦偉.....	129
八、運用資訊科技提昇用戶電費服務及有效處理催收業務—鍾思思.....	155

表目錄

表2-1-1 第42屆赴日本中電觀摩團員名單與觀摩主題.....	3
表2-2-1 第42屆赴中電觀摩團參訪行程紀要.....	5
表3-1-1 中電各類發電機組概況.....	7
表3-3-1 柳井發電所機組資料摘要.....	11
表4-2-1 中電公司主要火力發電廠資訊.....	41
表4-2-2 三隅電廠個別觀摩行程.....	41
表4-2-3 中電超臨界發電機組簡介.....	42
表4-2-4 中電電廠水質管制表.....	44
表4-2-5 中電公司燃煤發電廠之空氣污染物對策.....	45
表4-2-6 中電公司燃煤電廠之空氣污染物排放基準值及排放情形.....	46
表4-2-7 三隅發電廠之空氣污染物法規值.....	47
表4-2-8 三隅發電廠之污染防制對策.....	48
表4-3-1 電原子力分部(0.5天)及核能電廠個別觀摩行程(含往返程為期1.5天)	57
表4-3-2 島根核能電廠概要.....	58
表4-4-1 中電個別觀摩行程.....	72
表4-4-2 中電投資計畫交替方案分析.....	74
表4-4-3 考慮20年營運期之運維費用之工程效益評估模式.....	74
表4-4-4 特高壓用戶線路計收費用.....	75
表4-5-1 島根核電廠的安全改善措施.....	83
表4-5-2 經營效率化措施之實績及目標.....	84
表4-5-3 核電廠持續停止運轉下，各電力公司的收支狀況.....	85
表4-5-4 中電經營企劃部門組織架構.....	88
表4-5-5 董事會及總經理的權限範圍.....	89
表4-5-6 4個策略性事業範圍與事業單位內容.....	90

表4-5-7 在主要的新公司中，活用集團經營資源案例.....	92
表4-5-8 2011年3月目標.....	99
表4-6-1 赴中國電力株式會社觀摩日程表.....	108
表4-6-2 中國電力株式會社階層調度權責與分工表.....	117
表4-6-3 中國電力株式會社變電所型式分類表.....	118
表4-6-4 中國電力株式會社輸變電設備巡視種類分類表.....	120
表4-6-5 中國電力株式會社輸變電設備狀態診斷分類表.....	121
表4-6-6 中國電力株式會社輸變電設備點檢種類分類表.....	121
表4-7-1 個別觀摩詳細行程.....	130
表4-7-2 新帝釋川發電所工事主要進度.....	130
表4-7-3 新帝釋川發電所開發前後水力資源利用狀況.....	131
表4-7-4 帝釋川壩再開發前後壩的相關資料.....	135
表4-8-1 中電抄表員種類及業務內容.....	159
表4-8-2 中電電費帳單集約請求類別.....	161
表4-8-3 中電欠費催收員種類及業務內容.....	167
表4-8-4 中電IPP購電費率項目.....	172

圖 目 錄

圖 3-1-1	日本電力網 (來源:日本中電).....	6
圖 3-1-2	中央電力調度中心 (來源:中電)	6
圖 3-1-3	中電過去最大負載 (來源:日本中國電力公司).....	7
圖 3-1-4	日本中央電力調度中心功能 (來源:日本中國電力公司).....	7
圖4-2-1	超臨界壓力溫度示意圖.....	38
圖4-2-2	中國電力超臨界壓力燃煤火力機組蒸汽條件變化趨勢.....	40
圖4-2-3	中國電力超臨界壓力火力機組熱效率變化趨勢.....	40
圖4-2-4	三隅發電廠之空氣污染防制流程.....	46
圖4-2-5	三隅電廠之污染防制鳥瞰圖.....	47
圖4-2-6	生質燃料添加於鍋爐之流程圖.....	49
圖4-2-7	三隅發電廠之生質燃料添加於鍋爐之情形.....	50
圖4-2-8	中電公司溫室氣體排出削減對策.....	51
圖4-2-9	中電公司IGCC/IGFC實驗計畫.....	52
圖4-2-10	中電公司IGCC/IGFC實驗計畫位置.....	53
圖4-2-11	水島電廠汽力機組轉換為LNG複循環之流程圖.....	54
圖4-3-1	島根核能電廠免震重要棟示意圖.....	65
圖4-3-2	島根核能電廠新增2台西門子製14,000KVA G/T(40M高程)	66
圖4-3-3	島根核能電廠海嘯牆.....	67
圖4-3-4	島根#3緊急海水泵防水設備.....	67
圖4-3-5	島根#1#2#3廠房水密門示意圖.....	67
圖4-3-6	島根原子力發電所2号機イメージ図.....	68
圖4-4-1	日本太陽光發電導入目標.....	77
圖4-4-2	中電再生能源電力購入之容量.....	78
圖4-4-3	福山太陽光發電所系統組成.....	79
圖4-4-4	福山太陽光發電所系統引接.....	79

圖4-4-5 福山太陽光發電所陰天及晴天太陽光發電狀態.....	80
圖4-5-1 島根核電廠的安全改善措施.....	84
圖4-5-2 中電組織架構.....	86
圖4-5-3 中電事業集團概要.....	93
圖4-5-4 中電集團中期計畫.....	94
圖4-5-5 中電集團各事業部門的績效評估.....	95
圖4-5-6 中電企業理念與中期計畫.....	96
圖4-5-7 中電企業理念.....	97
圖4-5-8 中電人才培育願景.....	100
圖4-5-9 中電中期經營計畫.....	101
圖4-5-10 中電中期計畫之PDCA.....	102
圖4-5-11 現行制度與未來零售市場全面自由化.....	104
圖4-5-12 廣域系統運用機關之規劃.....	105
圖4-5-13 法的解離規劃.....	105
圖4-6-1 日本國及中國電力株式會社供電地區位置圖.....	109
圖4-6-2 日本各電力公司互聯電力系統示意圖.....	110
圖4-6-3 中國電力株式會社電力產銷傳輸部門分工圖.....	111
圖4-6-4 中國電力株式會社自社電力輸送網路圖.....	112
圖4-6-5 中國電力株式會社流通事業本部組織圖.....	113
圖4-6-6 中國電力株式會社營業所組織圖.....	114
圖4-6-7 中國電力株式會社階層調度權責與分工(電壓別)圖.....	115
圖4-6-8 中國電力株式會社變電設備維持要領制定程序圖.....	119
圖4-6-9 中國電力株式會社流通關係維持要則規定內容概要圖.....	120
圖4-6-10 中國電力株式會社流通設備維護計劃效益分析圖.....	122
圖4-6-11 中國電力株式會社流通設備保全管理系統功能示意圖.....	122
圖4-6-12 設備保全管理系統點檢作業流程示意圖.....	123

圖4-6-13 設備保全管理系統保全計劃管理流程示意圖.....	124
圖4-6-14 主變OLTC正常動作程序與相對波形圖.....	124
圖4-6-15 運轉中主變OLTC動作相對波形及可能異常原因分析圖.....	125
圖4-6-16 斷路器動作相對程序與波形及可能異常原因分析圖.....	125
圖4-6-17 斷路器實施CBM與點檢作業計劃流程圖.....	126
圖4-6-18 北松江變電所GIS設備部分放電監測狀況示意圖.....	126
圖4-7-1 新帝釋川發電所位置與觀摩照片.....	129
圖4-7-2 新帝釋川發電所及帝釋川發電所布置圖.....	131
圖4-7-3 帝釋川壩上游側周邊地形.....	132
圖4-7-4 帝釋川壩下游側周邊地形.....	132
圖4-7-5 帝釋川壩之窄高特色.....	132
圖4-7-6 帝釋川壩周邊平面圖.....	133
圖4-7-7 帝釋川壩排洪隧道.....	133
圖4-7-8 帝釋川壩及其蓄水區附近之法定限制區.....	134
圖4-7-9 帝釋川壩上游「帝釋川峽谷」及「神龍湖」風景區.....	134
圖4-7-10 帝釋川壩再開發前後剖面圖.....	135
圖4-7-11 帝釋川壩改建後平面與立面圖.....	136
圖4-7-12 帝釋川壩改建後排洪水工模型實驗狀況.....	137
圖4-7-13 帝釋川壩下游兩岸地質調查情形.....	137
圖4-7-14 帝釋川壩附近之地質環境.....	138
圖4-7-15 帝釋川壩滿水位時壩體附近岩體滲漏狀況調查.....	138
圖4-7-16 帝釋川壩之壩體粗石混凝土.....	139
圖4-7-17 探查廊道內進行混凝土剪力試驗.....	140
圖4-7-18 帝釋川壩改建後壩體溫度應力分析.....	140
圖4-7-19 舊壩體表面砌卵石鑿除.....	141
圖4-7-20 壩頂新舊混凝土接合區之補強錨筋、止水帶及監測儀器佈置圖..	141

圖4-7-21	既有壩體上游側進行灌漿處理.....	142
圖4-7-22	多孔式取水之放流設備.....	142
圖4-7-23	施工臨時設施布置平面圖.....	143
圖4-7-24	施工臨時設施布置現況.....	144
圖4-7-25	道路迴轉處加寬平台.....	144
圖4-7-26	80噸吊車行駛3.5m寬道路.....	144
圖4-7-27	施工棧道現況.....	145
圖4-7-28	施工棧道利用舊有排洪導流溝架設之現況.....	145
圖4-7-29	施工棧道採斜張式架設工法之施工步驟示意圖.....	145
圖4-7-30	施工棧道採斜張式架設工法之現況.....	146
圖4-7-31	壩體下游側上方架設施工平台之示意圖及現況.....	146
圖4-7-32	施工臨時導流工斷面之佈置圖及現況.....	147
圖4-7-33	壩下游右側不穩定邊坡鑿除.....	148
圖4-7-34	壩下游基礎鑿至岩盤面.....	149
圖4-7-35	壩下游石灰岩地層因河水侵蝕造成凹槽.....	149
圖4-7-36	施工時設置落石防護工.....	149
圖4-7-37	舊壩體採線鋸切割工法切除及吊車吊運.....	150
圖4-7-38	混凝土澆置採機械與人工搗實.....	150
圖4-7-39	混凝土中添加液態氮預冷.....	150
圖4-7-40	新帝釋川壩改建歷程.....	151
圖4-7-41	「帝釋川壩再開發」歷程.....	154
圖4-7-42	「新帝釋川發電所新設工事」歷程.....	154
圖4-8-1	日本電氣事業概要.....	156
圖4-8-2	中電近年售電量及未來10年預估售電量.....	157
圖4-8-3	中電遠距無線抄表示意圖.....	158
圖4-8-4	中電遙讀抄表(AMR)示意圖.....	159

圖4-8-5 中電同契約4戶以下之銀行代繳戶電費通知明信片.....	161
圖4-8-6 中電同契約5戶以上之銀行代繳戶電費通知單.....	162
圖4-8-7 中電高壓契約(50瓩以上)時間電價用戶電費明細.....	162
圖4-8-8 中電電費帳單提供QR-CODE查詢明細.....	163
圖4-8-9 中電用戶電費收費日程.....	164
圖4-8-10中電電費停電日施工通知單.....	165
圖4-8-11中電遠端復電系統架構圖.....	166
圖4-8-12 中電遠端復電控制裝置.....	166
圖4-8-13中電遠端復電系統操作畫面.....	167
圖4-8-14用戶搬遷通知中電之宣導資料.....	169
圖4-8-15中電用戶用電申請書(明信片封面及貼紙).....	169
圖4-8-16中電用戶用電申請書(內頁).....	170
圖4-8-17中電提供予一般用戶之用電宣導資料.....	170
圖4-8-18日本燃料費調整制度反映電價期間.....	171
圖4-8-19日本燃料費調整範圍.....	171

壹、前言

日本中國電力株式會社(以下簡稱中電)設立於1951年,依據中電之Chugoku Electric Today 2011-2012數據:2011年3月31日之資本額為18,553 billion 日元,裝置容量11,986MW,員工人數約9,822人,販售電力69,455 GWh,年度營收達9,802億日元。其服務區域為日本「中國地方」,包括廣島、山口、岡山、鳥取及島根等5縣,用戶數計有5百餘萬戶,總公司位於廣島市,各縣均設有分公司(5支社),銷售營業處(Sales Offices)30處、10個發電廠(Power Stations),另有工程、製造、通信、不動產及能源供應等關係企業32家,為一經營穩健之電力事業集團。

本公司與中電於民國55年締結為姐妹公司,民國56年並簽訂「雙方觀摩備忘錄」,自民國57年起,每年互派經理級以下人員觀摩研習,觀摩期間之費用除往返機票外,全數由接待一方負擔。雙方交流至今已歷43年,本公司派遣之觀摩團員累計至今42屆共414員;本項觀摩交流自民國95年起調整為隔年互派。互派人員觀摩研習除可增進兩公司間之情誼與合作關係外,更可藉以了解兩國電力科技及營運水準的進展,作為雙方經營發展的參考。

中電係具有優良傳統及營運績效之電力企業集團,在電力自由化市場競爭激烈及全球燃料價格飆漲之經營環境下,透過電價調整機制適時反應成本,以及多角化經營等加強營運績效管理措施,值得本公司效法學習。團員藉由觀摩研習的機會瞭解中電的經營環境及因應對策,以為學習與借鏡。

本次第42屆日本中國電力株式會社觀摩團成員一行8人,於101年10月15日啟程赴日本參訪10天,10月16日前往中電營運總部聽取經營企劃部門櫛本俊夫專任係長簡報中電營運概況,11:00並拜會中電社長及取締役成員,雙方致辭後並就營運相關資訊進行簡短交流。後續包括共同觀摩行程為參觀中央電力調度中心(Central Load Dispatching Center)及廣島電力所(Hiroshima Power Management Office),以及柳井發電廠(Yanai Power Station)參觀;及二天之團員個別觀摩,觀摩主題如下:

- 一、多目標變電所之設計及施工。(輸變電工程處劉金溢)
- 二、超超臨界機組水處理及污染防制經驗。(發電處許家豪)
- 三、2011.3.11東日本大地震核能電廠改善措施。(核能安全處李國鼎)
- 四、降低投資成本下輸變電系統規劃、智慧電網應用及再生能源併網。(系統規劃處黃張鴻)
- 五、中電組織架構、分工及授權與未來組織發展重點。(企劃處龔秋桂)

六、先進變電所與調度系統。(業務處柴建業)

七、老朽化壩再開發。(營建處林錦偉)

八、運用資訊科技提昇用戶電費服務及有效處理催收業務。(桃園區營業處鍾思思)

團員們針對上述各項主題的研討重點及現場見習心得，分別提出報告再彙整出國報告。本次赴中電除研習汲取經驗及技術交流外，實際體驗不同國情，日本文化之細膩與精緻也值得尊重與學習，他山之石可以攻錯，團員回到各自工作崗位後，相信亦會對自己及工作更加尊重，如此將對個人及公司之經營皆有所助益。

貳、團員名單與行程紀要

一、團員名單與觀摩主題

本屆中電觀摩團之團員名單與觀摩主題如表 2-1-1所示：

表2-1-1 第42屆赴日本中電觀摩團員名單與觀摩主題

姓名	單位	職稱	觀摩主題
劉金溢	輸變電工程處	機電工程技術 組長	多目標變電所之設計及施工
許家豪	發電處	環保化學 組長	超超臨界機組水處理及污染防制經驗
李國鼎	核能安全處	經理	2011. 3. 11東日本大地震核能電廠改善措施
黃張鴻	系統規劃處	主管 規劃	降低投資成本下輸變電系統規劃、智慧電網應用及再生能源併網
龔秋桂	企劃處	主管 辦事細則	中電組織架構、分工及授權與未來組織發展重點
柴建業	業務處	主管 配變自動化	先進變電所與調度系統
林錦偉	營建處	主管 水路	老朽化壩再開發
鍾思思	桃園區營業處	電費 經理	運用資訊科技提昇用戶電費服務及有效處理催收業務

二、行程紀要

本次觀摩除技術交流外並需遵守國際禮儀，嚴格遵守紀律與準時，非必要不要造成中電不便與困擾。依照本公司與中電之技術交流慣例，本公司派赴中電觀摩團的行程由中電全程安排規劃，本屆觀摩期間為101年10月15日至101年10月24日，共計10天。本團團員於101年10月15日13：30於總管理處集合後前往桃園國際機場，搭乘華航16：55班機飛往廣島國際機場，於當地時間約20：15抵達，約莫30~40分鐘驗關後出海關，於出境口即見藤田廣美專任係長舉歡迎牌，由中電人材活性化部門部長妹尾雅雄率領政光勝典經理、副長森田寬美等已於機場等候多時，備感溫馨，簡單寒暄後即搭乘已安排之遊覽車赴廣島入住SUNROUTE旅館。次日10/16 8：30於SUNROUTE旅館大廳集合後由人材活性化部陪同步行（約5分鐘）至中電總公司展開正式的觀摩行程。上午首先聽取經營企劃部門櫛本俊夫專任係長簡報中電營運概況。11：00拜會社長及取締役成員等中電高階主管，雙方致辭及團員介紹後，就雙方之營運相關資訊進行簡短交流，如本公司核能機組營運現況（當時除核一有一部機正在大修外共有5部機滿載運轉中），再生能源開發現況及台電調整電價之困境等交換資訊，並攝影留念。下午參觀中央電力調度中心及廣島電力所，晚上中電高層安排豐盛的歡迎宴，顯現對本公司參訪之重視。10月17日與18日團員就個別觀摩主題與中電相關人員進行分組研習討論或赴現場觀摩。19日前往山口縣參觀柳井發電廠及敦親睦鄰設施。中電總公司位於原爆所在地廣島市，10月20日安排參觀廣島和平紀念館，除感受戰火無情，現今之日本廣島倡議和平之主張，也為觀摩學習的重要指標。當晚中電人材活性化部門精心安排歡送宴，晚宴最後並分別以中日語演唱鄧麗君的「我只在乎你」，此曲為雙方觀摩團團歌，由於團員們於出國前努力學習，在同曲共唱中，兩公司間之情誼更加增長，當晚賓主盡歡。10月21日搭乘JR新幹線前往京都、奈良、大阪等地參觀，10月24日團員於大阪國際機場搭乘13時10分的華航班機返回台北，中電接待人員於觀摩期間凡事安排之細心與用心，送行人員確認班機起飛後始離開機場，令每位團員留下深刻印象。本次觀摩行程紀要如表2-2-1所示：

表2-2-1 第42屆赴中電觀摩團參訪行程紀要

日期	地點	研習內容
10/15 (一)	台北-廣島	往程
10/16 (二)	廣島	中電概況介紹、役員拜會、參觀中央電力調度中心/廣島電力所
10/17 (三)	廣島、三隅、島根、新帝釋川	個別觀摩見習
10/18 (四)	廣島、島根、福山太陽光	個別觀摩見習
10/19 (五)	柳井	參觀柳井發電廠
10/20 (六)	廣島、宮島	參觀廣島、宮島等地
10/21 (日)	京都	參觀京都等地
10/22 (一)	奈良	參觀奈良等地
10/23 (二)	大阪	參觀大阪等地
10/24 (三)	大阪-台北	返程

參、共同觀摩項目

一、中央電力調度中心

中電安排觀摩團於10月16日下午參訪位於總部大樓15樓之中央電力調度中心，由稻山茂實所長主持接待，首先播放簡介影片讓團員初步瞭解中央電力調度中心功能與運作，再由所長及真木一成先生帶領實地參觀中央電力調度中心，並在翻譯高下裕子小姐陪同解說下瞭解供電系統及中央電力調度中心之功能，及設備與值班人員工作情形。

日本本土9大電力公司以特高壓線連接，分為兩個不同頻率之區域，東日本為50赫茲，西日本為60赫茲，透過3個頻率轉換站來進行電能傳輸。

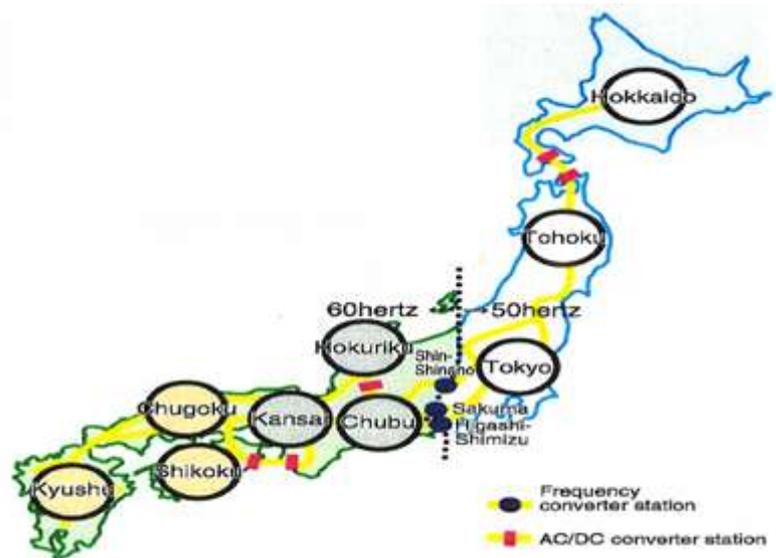


圖3-1-1 日本電力網（來源：日本中電）

中央電力調度中心值班人員共有6班，其中4班輪班，2班日班，每班4人（1人指揮調度、1人預測負載及規劃未來調度，2人聯絡下達調度指令），總共24人（ $=4*6$ ）。



圖3-1-2中央電力調度中心（來源：中電）

中央電力調度中心之大面牆上則為統合所有資訊之監控面板；包括：

- (一)需給盤：中電轄區內之電力需求量、各類發電機組發電量，還有火力備轉容量及電力交換資訊。
- (二)融通盤：頻率、電力潮流及區域電力需求資訊。

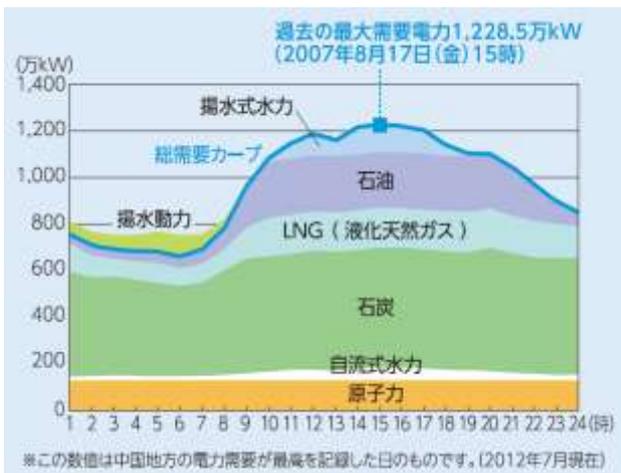
(三)系統監視盤：每電廠之發電量及特高壓電力系統電力潮流。

(四)氣象盤：氣象觀測所提供之氣候資訊及天氣警訊，如暴風、風雪、強風、大雨、大雪、洪水等影響負載需求及供電氣象資訊。

(五)雷電觀測顯示面板：雷電偵測站。

配合不同時段、季節負載需求隨時進行發電量控制，以達供需平衡。該中心即負責於穩定供給中電轄內用戶電力前提下，對各電廠機組進行經濟調度，以達成最佳營運績效。表3-1-1為中電各類發電機組之裝置容量：

表3-1-1 中電各類發電機組概況



發電類別	裝置容量 (MW)	發電量 (百萬kWh)
水力發電	2,906	4,981
火力發電	7,801	57,671
核能	1,280	5,919
新能源	3.0	780
合計	11,989	69,351

圖3-1-3中電過去最大負載 (來源:日本中國電力公司)

自動負載調度系統ADS(Automatic load Dispatching System)主要功能為因應電力負載及頻率之變化自動控制發電廠出力：(如圖3-1-4)

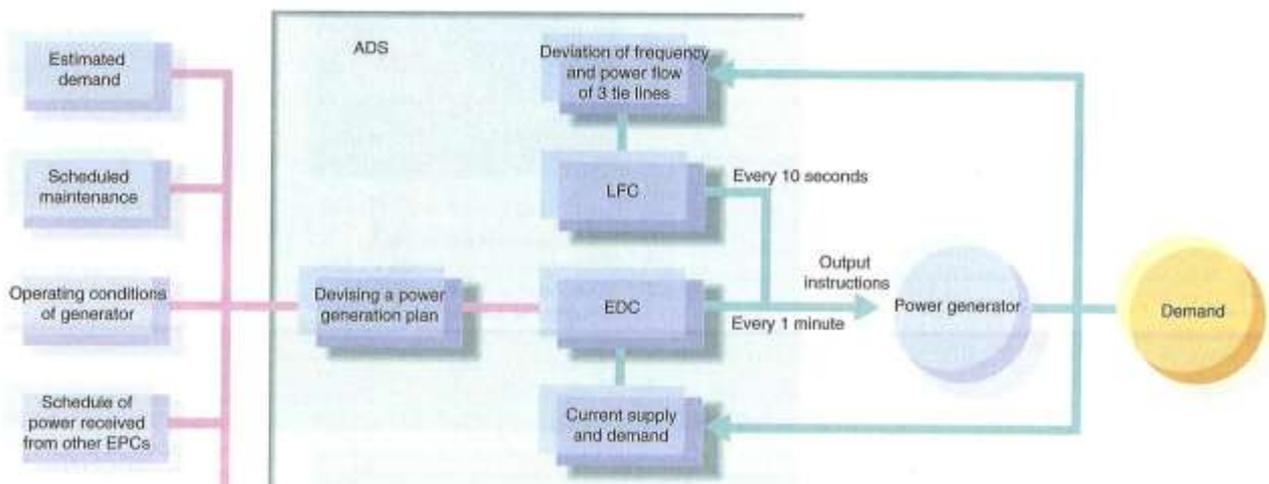


圖3-1-4日本中央電力調度中心功能 (來源:日本中國電力公司)

- (一) 將預測之最大及最小之電力需求、主要輸電線及電廠之計畫維修排程及來自其他公司電力發電排程輸入ADS，自動產生次日最具經濟之電能計畫。
- (二) ADS依據每日電能計畫及目前電力負載對每個發電廠進行即時的發電量控制，為提供經濟高品質電力，ADS採以下2種控制方法：
1. 經濟調度控制 (EDC: Economic Dispatching Control)
ADS 依目前每日電能計畫及目前電力負載預測未來幾小時之用電負載，並檢視每一發電機組之運轉狀況(備轉容量及成本),ADS能進行最符合經濟效益與效率的調度每一發電機組。
 2. 負載頻率之控制 (LFC: Load Frequency Control)
ADS 計算區域電力需求進行頻率及電力潮流之控制，並控制發電機提供穩定電力供應。

二、廣島電力所

10月16日下午第二個行程為參訪廣島電力所。離開中央電力調度中心後，團員與中電陪同人員隨即分乘四輛計程車前往廣島電力所，由村上一信副所長接待，然後由大屋小姐陪同導覽，第1站在線路維護技術人員萬古先生帶領下先參觀與中電廣島營業所辦公室共構之廣島電力所，地下層為變電所(B4F~B1F)，地上層為辦公室(1~9F)，目前裝置220KV/110KV 300MVA 主變壓器2台、220kV輸電線路2回及110kV輸電線路8回，現場並預留未來可擴建第3座變壓器之空間，整個地下變電所規劃設計完善充分利用空間，並為維修及經濟考量，所有屋頂及牆面採用清水模未加粉刷，管線盡可能採明管設計及施工，與我國考量美觀採埋管方式不同，值得參考學習。第2站再由輸電線路維護技術人員淨福裕明及木村正帶領下進入距離地面35公尺深、寬2.6公尺、全長2.2公里之220kV輸電隧道參觀，值得一提輸電隧道內設置多點甲烷、硫化氫及氧氣偵測器及自動警報器以保護人員設備安全。其續接廣島市公所興建深35公尺之共同隧道，係預留未來捷運用隧道空間設施，避免將來與捷運系統施工牴觸，初次進入如此深之輸電隧道，雖然團員樓梯爬的氣喘噓噓，但能大開眼界也是值得。

三、柳井發電廠

10月19日中電安排團員參觀柳井發電廠，一大早08：00由人材活性化部門政光勝典經理，高下裕子翻譯及隨同2位年輕新進見習職員於廣島市出發，拜訪位於柳井市郊的柳井發電廠。柳井市常被喻為『用來閒逛散步的城市』，自西元1500年開始柳井市就一直是瀨戶內區域的繁榮的海港市，從江戶中期時候幾乎人皆盡知柳井津(Yanaizu)。日本政府並將市區內成排的白壁街建築物，列為國家重要的傳統建物保護區；因此，柳井市是一個商業的現代都市也是一個仍保有過去繁華氣息的傳統古都。

柳井發電廠為複循環發電系統，燃料為液態天然氣 (LNG)，200M煙囪，無SO₂、NO₂<12.5ppm、並種植130種22萬棵綠化植物，屬低污染、低溫室氣體排放之現代化環保電廠。由千代延宏所長(相當我國廠長)介紹，廠區分為發電廠區及設備廠區，並以影片一一介紹各項功能位置及建置過程，再由展示館館長橋本慶太郎說明該電廠設置容量及建廠過程，再由館長及上崎博代理課長陪同參觀電廠設備。電廠廠區約501,000m²(大約20個廣島棒球場)原為軟質地帶，於1984年10月開始整地建廠總共打了九萬多支地樁以強化地質，建造了長約350米的重物碼頭，以利發電機組的搬運以及LNG裝載船泊岸卸載之用，1987年3月第一組1號機開始建造，至1996年1月第二組4號機開始商轉，總共花了約近十二年的時間。發電機組由125MW裝置容量機組6部及198MW裝置容量機組4部組成2個發電機組群，電廠總裝置容量為1542MW，發電效率高達44%~47.3%，觀摩期間Group 1 #2及Group 2 #2/#3大修。廠內設有液態天然氣儲存槽6座(雙層設計，內層儲存-162℃液態天然氣，體積為氣態1/600，2個月儲存量；外層充N₂隔熱保護內層)及大型LNG運輸船停泊碼頭及相關裝卸、傳輸設備，此外尚附設有核能發電展示館，文化室(含電氣化廚房)及太陽光電示範系統(太陽屋可供給3戶日本家庭用電量)。廠區環境整潔優美，電廠周圍有小溪並廣植花草樹木，也闢有各種運動設備如棒球場、網球場、兒童遊樂場等供市民閒暇時作戶外的活動，除此之外，另有兼具太陽能之淋浴屋供民眾於運動後使用，統計每年有2萬人使用，管理嚴謹。車輛進入液態天然氣儲存區前都必須先經由特殊設備予以接地放電，避免靜電產生火警。經由影片觀賞、人員現地參觀解說及廠區巡禮，團員們對液態天然氣發電系統與宣導節約能源、電學常識之電力展示館，感受該廠為環保與敦親睦鄰等工作所作之各項努力，使電廠儘可能和諧地融入傳統與現代並存的柳井市，成為市民重要的休閒場，柳井發電廠的用心難能可貴。

表3-3-1柳井發電所機組資料摘要

項目	Group 1	Group 2
裝置容量	單軸式 125*6= 750MW	單軸式 198*4= 792MW
Gas Turbine	HITACHI F7EA 1104°C	HITACHI MS-7001F 1260°C
Low NOx combustor	Two-stage combustion system	Two-stage combustion system
集合式煙囪高度, m	200	200
SCR 入口 NOx, ppm	62.5	62.5
SCR 出口 NOx, ppm	12.5	12.5

肆、個別觀摩主題與感想建議

一、多目標變電所之設計及施工---劉金溢

(一)研習目的

隨著經濟發展、都市計劃、社會環境變化及民眾自主意識高漲，本公司於地狹人稠且地價昂貴的都會區興建變電所時，屢次遭民眾以變電所會造成房地產價格下跌、景觀不佳及產生電磁場危害人體健康為由進行抗爭。變電所常被民眾視為鄰避設施，然而變電所是經濟發展、都市建設及民眾日常生活不可缺少之基礎建設，因此於都會精華區興建之變電所將朝向地下化及多目標用途趨勢來規劃，以增加經濟效益及減少民眾抗爭發生。

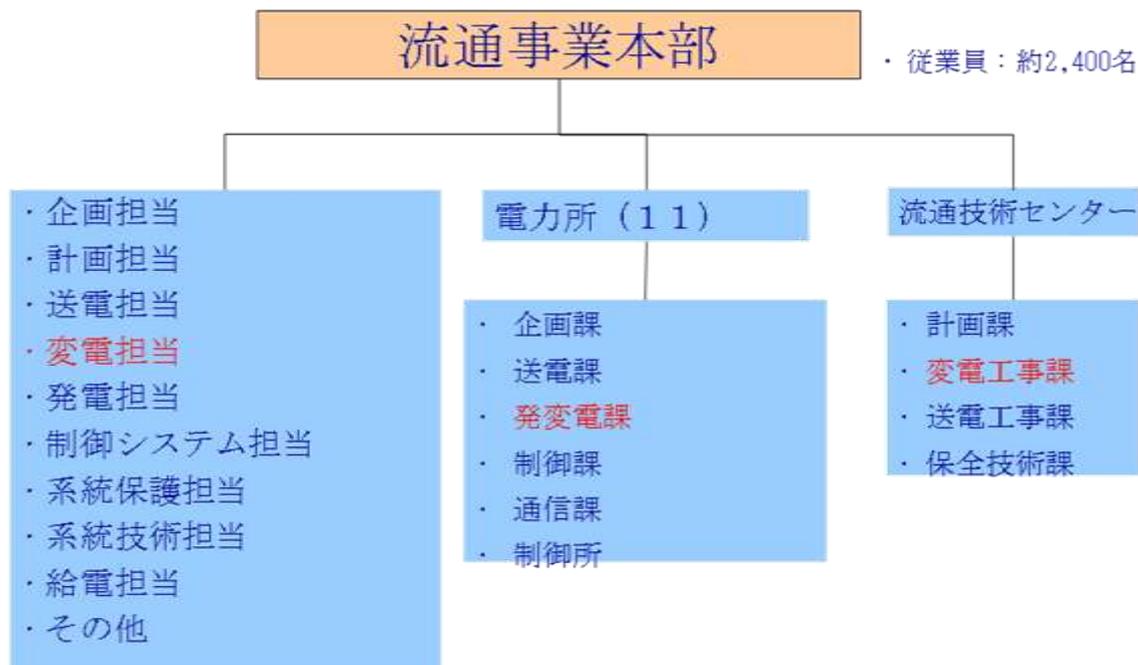
多目標變電所之設計及施工與屋內式變電所的考量點有所不同，如各層樓高、開挖深度將嚴重影響建造成本及工期，變電所的防洪、通風散熱系統、缺氧防止、防火及避難措施等均需特別予以考量。

此次藉由派赴日本中國電力株式會社實習觀摩，想了解該公司對於下列議題的作法與經驗，可供本公司借鏡或學習之處。

1. 最近設備新技術及新工法於多目標變電所設計及施工之應用。
2. 多目標變電所各項避難設施、設備及避難逃生路徑之規劃及設計，各項消防設施、設備於防火避難安全層面上之特性及效益。
3. 多目標變電所之防洪、缺氧防止及發生災害時與多目標建築物間聯繫方法之規劃設計。
4. 智慧電網中智慧型變電所之規劃設計現況，既設變電所自動(智慧)化是否採用 IEC61850 標準。
5. 日本工安法規對地下變電所逃生避難及施工安全之規範要求。
6. 有關輸變電設施遭遇民眾抗爭其因應處理案例，及對民眾提出電磁場相關議題溝通說明方式。

(二) 研習過程與心得

此行赴中國電力公司個別主題觀摩研習，係由流通事業本部負責接待，該部門主要工作範圍包含：電網系統計畫，電網系統運用以及水力發電廠、變電所、輸電線、保護電驛、控制設備等設計、建設、維持相關工作。組織架構詳如下圖所示：



日本中國電力系統可分為500kV、220kV、110kV、66kV、22kV、6kV等電壓等級，其各級變電所數量及型式詳如下表：

- 変電所は全399箇所
- 屋外式：334箇所，屋内：52箇所，地下式：13箇所

種類 \ kV	500	220	110以下	Total
屋外	10	12	312	(334)
屋内			52	(52)
地下		1	12	(13)
合計	(10)	(13)	(376)	[399]

- 変電所は屋外・気中絶縁が基本。屋内式とするのはGIS化してもなお用地取得が困難な場合であり，大都市部に集中する傾向にある。

由上表可發現屋外變電所數量高達 334 所，中電對於變電所型式之取捨，多以成本為考量，原則上採屋外變電所設計，惟位於都市或地價高的地區，評估成本效益或為了配合周邊景觀或地區特色，才會採用屋內或地下變電所，對於用地取得困難地區，亦會考慮利用公司大樓共構興建。其變電所數量多但規模相較於本公司都不大，各級變電所最多規劃 3 台主變壓器，也因輸電地下電力電纜不多，鮮少裝置大容量並聯電抗器或串聯電抗器，BUS SCHEME 也較簡單，各級變電所均採 DOUBLE BUS 配置。此次參訪 500/220kV 新西廣島超高壓變電所，考量負載及投資成本初期僅裝置 1 台主變壓器，若主變壓器故障則由二次側 220kV 電網互聯轉供。系統規劃的靈活度與對成本考量值得參考(惟日本 9 大電力公司電網是可以互相支援)，本公司近來變電所規劃，也以考量負載率及投資成本調整設置規模及初期裝置容量。

1. 多目標變電所設計

中電多目標變電所設置概況

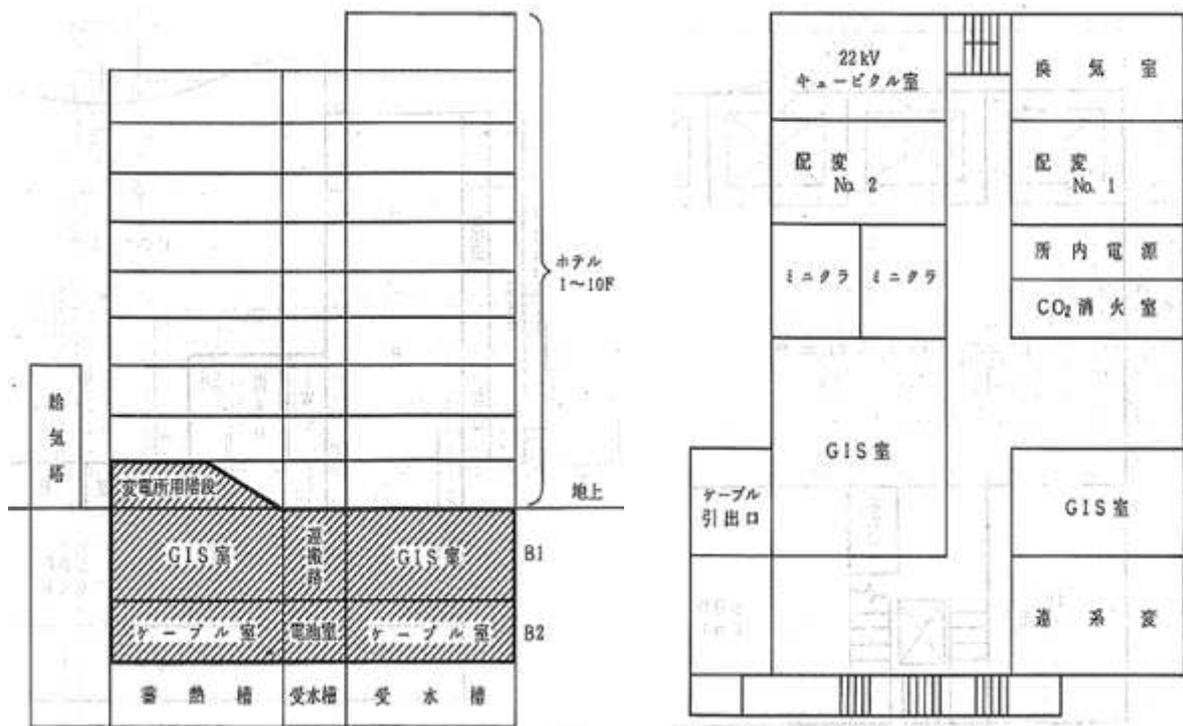
	所名	運開年	Tr	絶縁	容量	冷却	引出	ビル用途	床面積
広島	白神	1973	連1 配2	油	60 40 30	水冷	110kV 4 22kV 7 6kV 14	ホテル	—
	井口	1989	連配2	SF6	35/25/15	風冷	110kV 3 22kV 4 6kV 14	商業施設	895m ²
	南宇品	1994	連配2	SF6	35/25/15	風冷	110kV 2 22kV 3 6kV 12	当社Gr	2,016m ²
	観音	1995	連配1	SF6	35/25/15	風冷	110kV 3 22kV 2 6kV 6	当社Gr	1,431m ²
	己斐	1995	連配2	PFC	35/25/15	水冷	110kV 2 6kV 12	マンション他	972m ²
	鶴見	1996	連配2	SF6	35/30/20	水冷	110kV 4 22kV 3 6kV 12	幼稚園他	1,698m ²
	三川	1997	連1	PFC	60	水冷	110kV 2 22kV 3	銀行	1,439m ²
	小網	1999	連1	PFC	25	水冷	110kV 1 6kV 6	当社Gr	1,537m ²
	広島中央	2004	連2	SF6	300/300/70	水冷	220kV 2 110kV 8	自社ビル	—
岡山	錦町	1973	配2	油	30	風冷	110kV 4 6kV 12	商業施設	—
	田町	1993	配1	油	40/30/15	風冷	110kV 4 6kV 8	当社Gr	—
	島田	1995	配2	SF6	40/30/15	水冷	110kV 5 6kV 14	マンション他	—
	内山下	1996	配2	SF6	30/25/15	水冷	110kV 2 6kV 12	自社ビル	—

由上表可以發現中電公司地下變電所規模都不大，除220kV級的廣島中央超高壓變電所設置300 MVA變壓器2台(可擴建1台)外，其餘110kV級的配電變電所最多裝置35 MVA變壓器1~3台、40MVA變壓器1~2台或60MVA變壓器1台，故其所須開挖的面積較小與深度較淺，所須排放出的熱量也相對少很多，相對施工工期可縮短許多。與地下變電所共構的建築物有觀光飯店、商辦、銀行、高級住宅、教會及幼稚園等，可以看出變電所上方建築物用途是不受限定的。

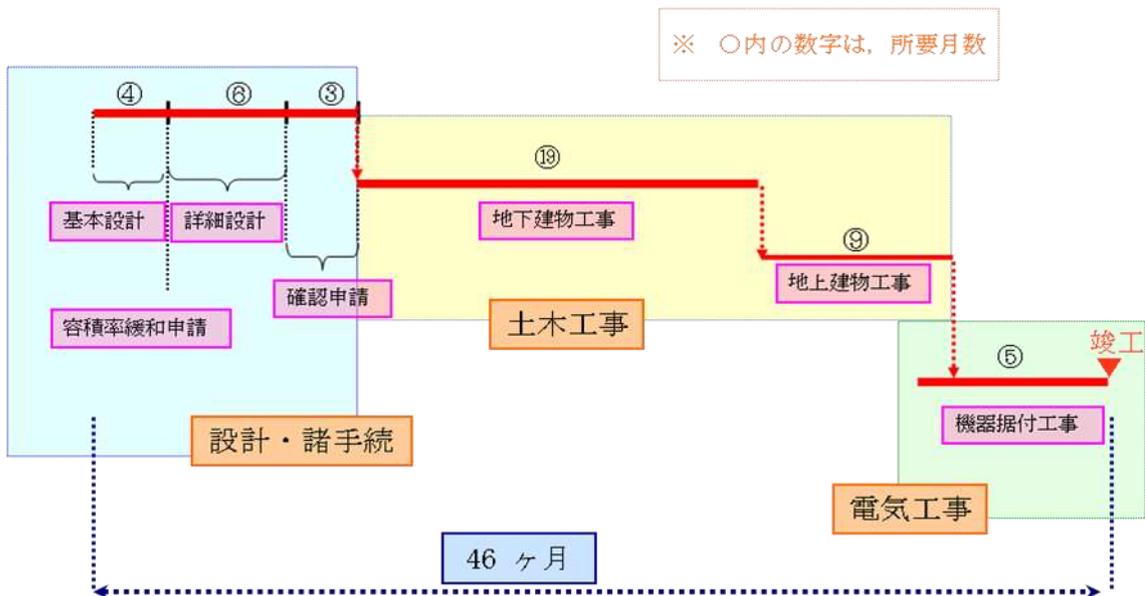


廣島井口變電所與教會及商業大樓共構

中電多目標地下變電所配置圖



中電地下變電所興建標準工期



其變電所規模較小(35MVAX3)，僅兩層B1及B2深度為10.6米(以此次參訪的鶴見變電所為例)且採明管配置及清水模不用粉刷裝修，故土建工期含上部樓層興建施工僅須28個月。

地下變電所的技術動向：

(1). 防火及機器不燃化：就防災面而言，變電設備的防火及機器本身的不燃是根除地下變電所火災的最佳對策：

- a. 變壓器：採用不燃設備如SF6絕緣變壓器。
- b. 並聯電抗器：採用不燃設備如SF6絕緣並聯電抗器。
- c. 開關設備：採用不燃設備如SF6絕緣開關設備GIS。
- d. 控制電纜：防火措施為採用防火延燒及防火遮蔽(sheath)。
- e. 電力電纜：防火措施為採用防火延燒及防火遮蔽(sheath)。

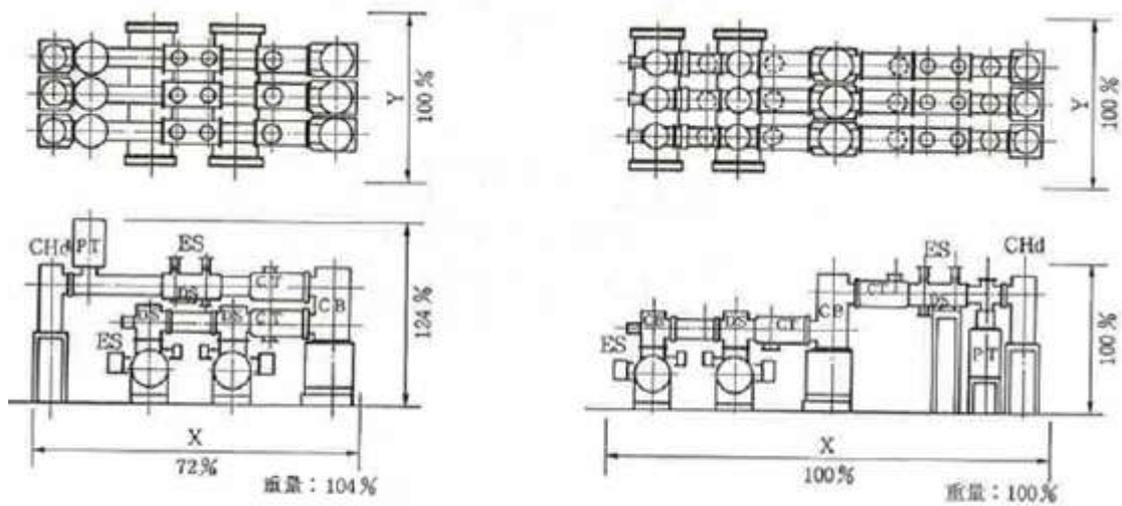
(2)設備縮小化及輕量化：

設備的縮小化可以減少地下變電所開挖面積與深度，可大幅降低成本與工期。

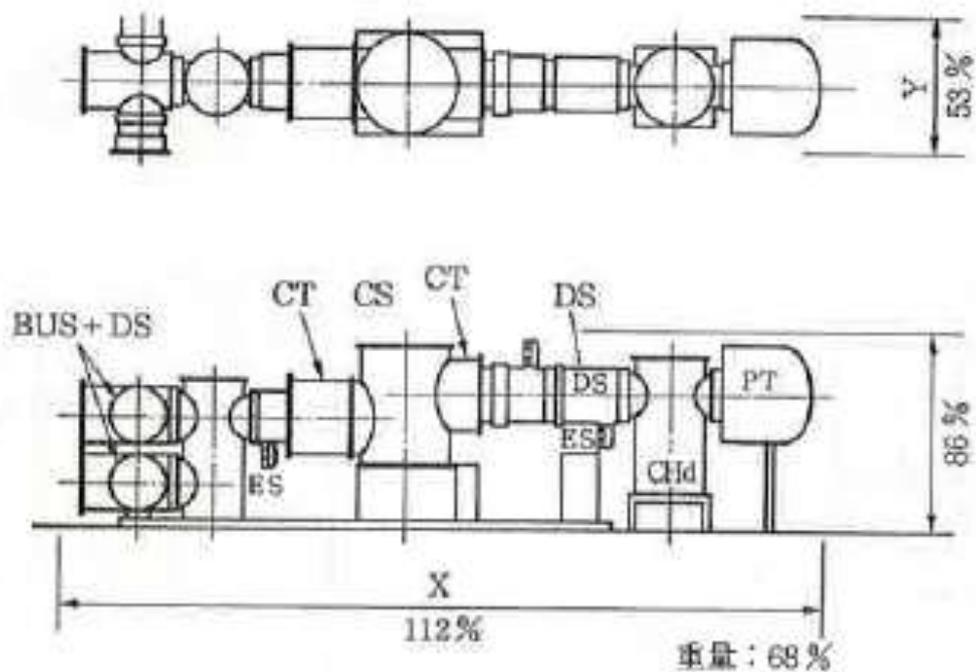
A. 開關設備：

開關設備縮小化，係藉由提升斷路器CB及隔離開關DS的遮斷能力及將BUS及導體由三相分開改為三相一括。惟不可因設備縮小而降低設備的安全度及可靠度。

- a. 斷路器的遮斷能力提升：如275kV的斷路器由2點提升為1點遮斷，500kV的斷路器由4點遮斷提升為2點遮斷再提升為1點遮斷，可大幅將設備縮小化及輕量化。
- b. 隔離開關：提升隔離開關啟斷迴路電流、激磁電流及充電電流能力，有助於開關設備GIS的縮小化。
- c. 接地開關：提升接地開關的性能，如切斷電力電纜的殘留電壓、靜電及電磁感應電流能力，可縮小設備及減輕重量。



(a) 主母線三相一括形(相分離形)



(b) 全三相一括形

B. 變壓器：

氣體絕緣變壓器與油入式變壓器相較可縮小建物及樓高：

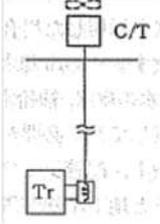
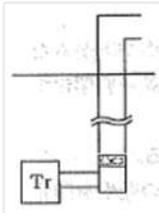
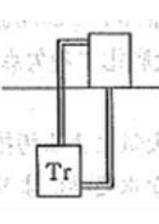
- a. 不需要放壓管及儲油槽。
- b. 電纜引接容易。
- c. 油材料及相關設備不需要。
- d. 不需要空間設置排油槽。
- e. 不需自動滅火設備。

(3) 冷卻裝置配置的最適化：

依據變電所用地面積、裝置容量及周邊環境，採用最適當的冷卻方式，可充分利用空間，大量縮減變電所的規模與樓層高度，降低建造成本。

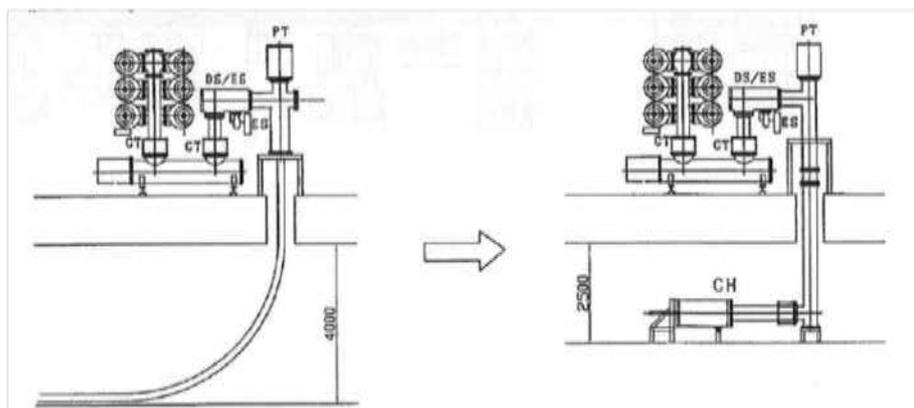
Technical trend of Underground Substation (Rationalization)

Cooling system

	Water cooling	Air cooling	Self cooling
schematic drawing			
Composition	<ul style="list-style-type: none"> ■ Transformer and Heat exchanger in basement ■ Cooling tower on the roof 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Transformer in basement ■ Forced air cooler in basement 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Transformer in basement ■ Self cooler on the ground
Cooling system	<ul style="list-style-type: none"> ■ Radiate heat outside after replacing with water once 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Radiated heat by the aeration / exhaust duct 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Radiated heat by cooler connected cooling pipe
Feature	<ul style="list-style-type: none"> ■ Suitable for a large-capacity ■ Downsizing of the cooling means is possible 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cooling system is simple ■ Maintenance of the water is not necessary ■ Cooling system is upsize 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintenance is easy ■ Ability for cooling is low ■ The setting space of the refrigerator is big

(4). 為減少配合電纜彎曲半徑所須預留之電纜整理室樓層高度(4M)，
改以水平方式引出電力電纜，樓層高度可由4米降至2.5米：

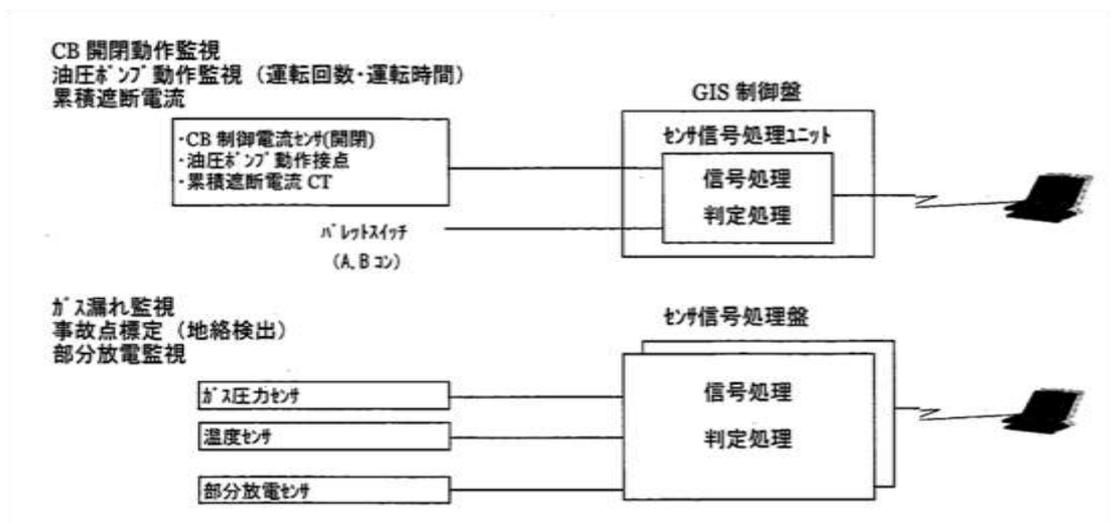
- ◆ L-shaped receptacle for 220kV power cable
- ◆ Parallel power cable
- ◆ Originally 4m \Rightarrow Reduced to 2.5m



- (5). 由於多目標變電所多位於負載中心，供應市區重要負載若發生故障影響層面將非常廣大，因此設備的安全性與可靠度將非常重要，需易於運轉維護且能即時掌握設備的運轉狀態，依設備狀況及時維護保養，因此變電設備即時(on line)監視診斷裝置的設置將成為趨勢。

GISの監視診断装置

■システム構成



2. 多目標變電所避難逃生路徑之規劃設計

避難逃生路徑之規劃設計要點：

- (1). 須依據建築技術規則、消防法及工業安全衛生法等相關法令設置
- (2). 變電所本身要有獨立出入口及專用樓梯
- (3). 須於變電所兩側對角位置設置二個樓梯
- (4). 避難路徑要簡單明瞭少曲折
- (5). 通道走道之末端以出口或樓梯最為理想
- (6). 避難設計以固定設施為原則，即以步行至樓梯斜坡道為主
- (7). 兩方向之避難原則
- (8). 安全門應保持最佳狀況，不得上鎖及保持通道淨空
- (9). 安全區域應可直接接觸外氣

3. 多目標變電所之防洪、缺氧防止及發生災害時與多目標建築物間聯繫方法之規劃設計。

A. 地下變電所防洪及淹水對策

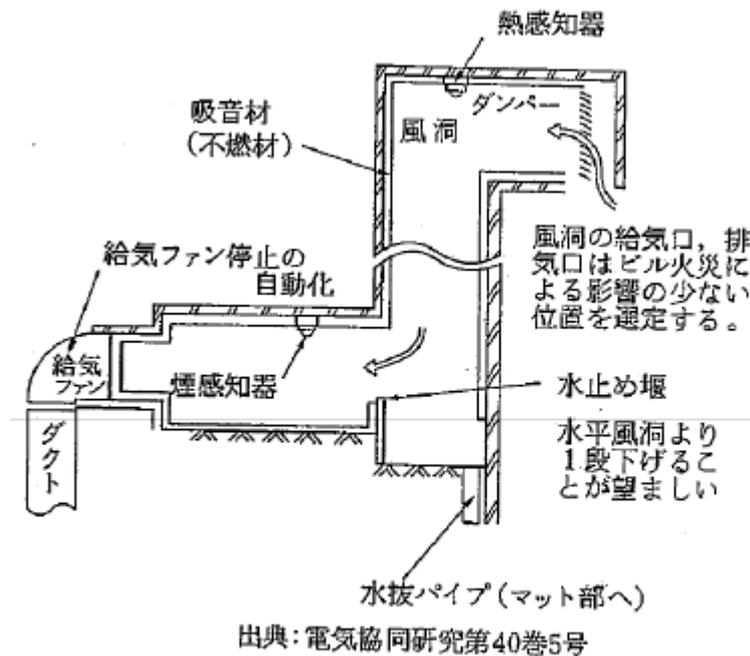
a. 變電所GL高度比歷年最高洪水位高30公分，變電所入口較G.L. 高1公尺，以確保變電所不會淹水。



b. Machine Hatch的開孔高程與變電所入口同為G.L. 上1公尺。



- c. 進氣口的開口高度須高於變電所入口及Machine Hatch的開孔高度，因其無法設置防洪預防措施。
- d. 多目標變電所因上方有建築物，故須考量當建築物發生火災時，消防灌救的水不可經由開口灌入變電所，同時下雨天時變電所不會因開口進水而淹水。
- e. 變電所出入口、門及天花板須採用防水浸入構造。
- f. 風管進排氣口須設置防水堰及排水管以防颱風時雨水滲入。



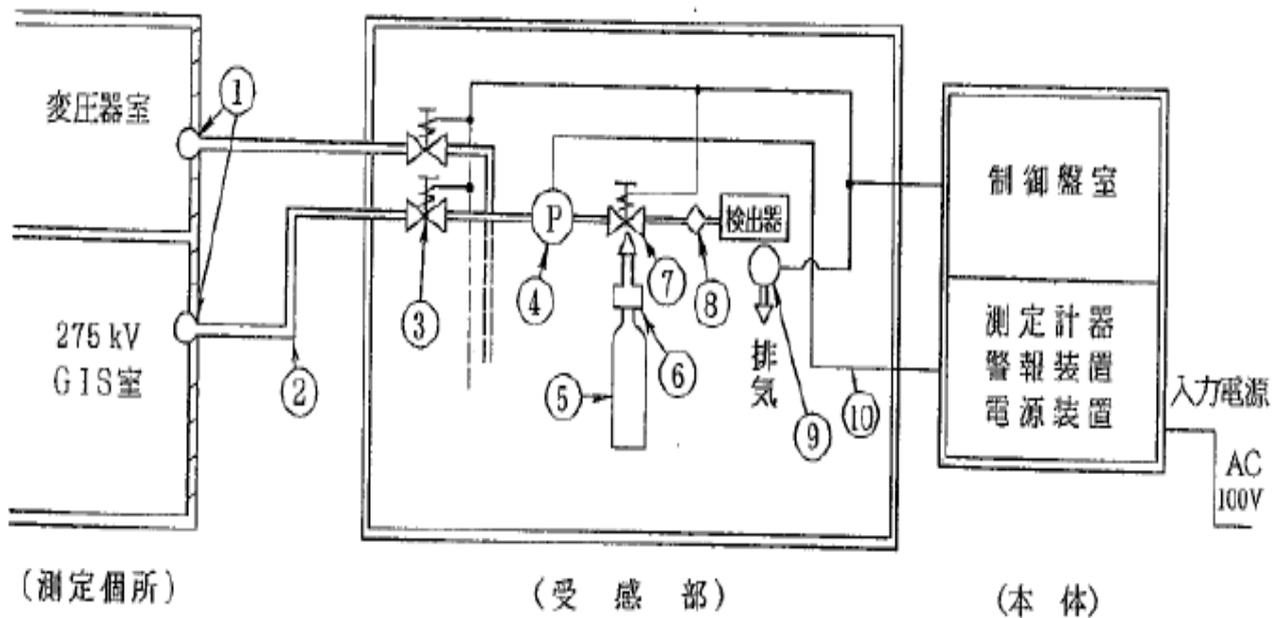
- g. 建築物內設置集水坑及2台以上的排水泵浦確保排水正常避免淹水。



h. 變電所與電纜涵洞連接部分之過牆管需做好防水措施，即使涵洞淹水，水也不會進入變電所內。

B、缺氧防止對策

正常情況下變電所利用通風系統來防止變電所各室缺氧，當消防設備因火災或測試時，通風系統關閉，氧氣濃度在某些區域可能不足，故須於各室裝設氧氣濃度感知器測定氧氣濃度，並將氧氣濃度警報盤裝置於變電所入口處，當人員要進入變電所時，須確認各室氧氣濃度後才能進入。



- | | | |
|----|---------------|-------------|
| 凡例 | ① フィルター付空気吸入口 | ⑥ 減圧弁 |
| | ② 銅パイプ | ⑦ 電磁弁 (三方弁) |
| | ③ 電磁弁 (二方弁) | ⑧ 流量計 |
| | ④ 吸引ポンプ | ⑨ 圧力スイッチ |
| | ⑤ チェックガスポンベ | ⑩ ケーブル |

出典：電気協同研究第40巻5号



氧氣濃度偵測器



氧氣濃度警報表示盤

進入變電所前須確認氧氣濃度，並於變電所入口處配置空氣呼吸器。



C. 災害發生時多目標變電所與上部建築物間的情報聯絡

(A) 建築物側的情報聯繫

- a. 建築物發生火災時因其受信總機與地下變電所連線，故地下變電所可立即做緊急處置，如關閉變電所進風口及通風設備，變電所可視狀況降載或停電。
- b. 建築物超過12層應設有防災中心，並與變電所火警受信總機連線。
- c. 建築物發生火警時立即通知消防機關。

(B) 無人變電所的情報聯繫

- a. 變電所發生火災時，其受信總機將傳送訊號至上部建築物之火警受信總機或防災中心，可通知人員警戒或疏散。
- b. 藉由裝置洩波電纜變電所人員通信可利用手機與外界聯絡，人員於變電所內通信可利用無線電或所內電話聯繫。
- c. 變電所發生火警時，會經由RTU將火警信號傳至控制中心，由控制中心人員啟動ITV(Industrial TeleVision)查看火災發生地點與情況，再視需要通知消防隊並立即派員到現場處理。



ITV監視攝影機

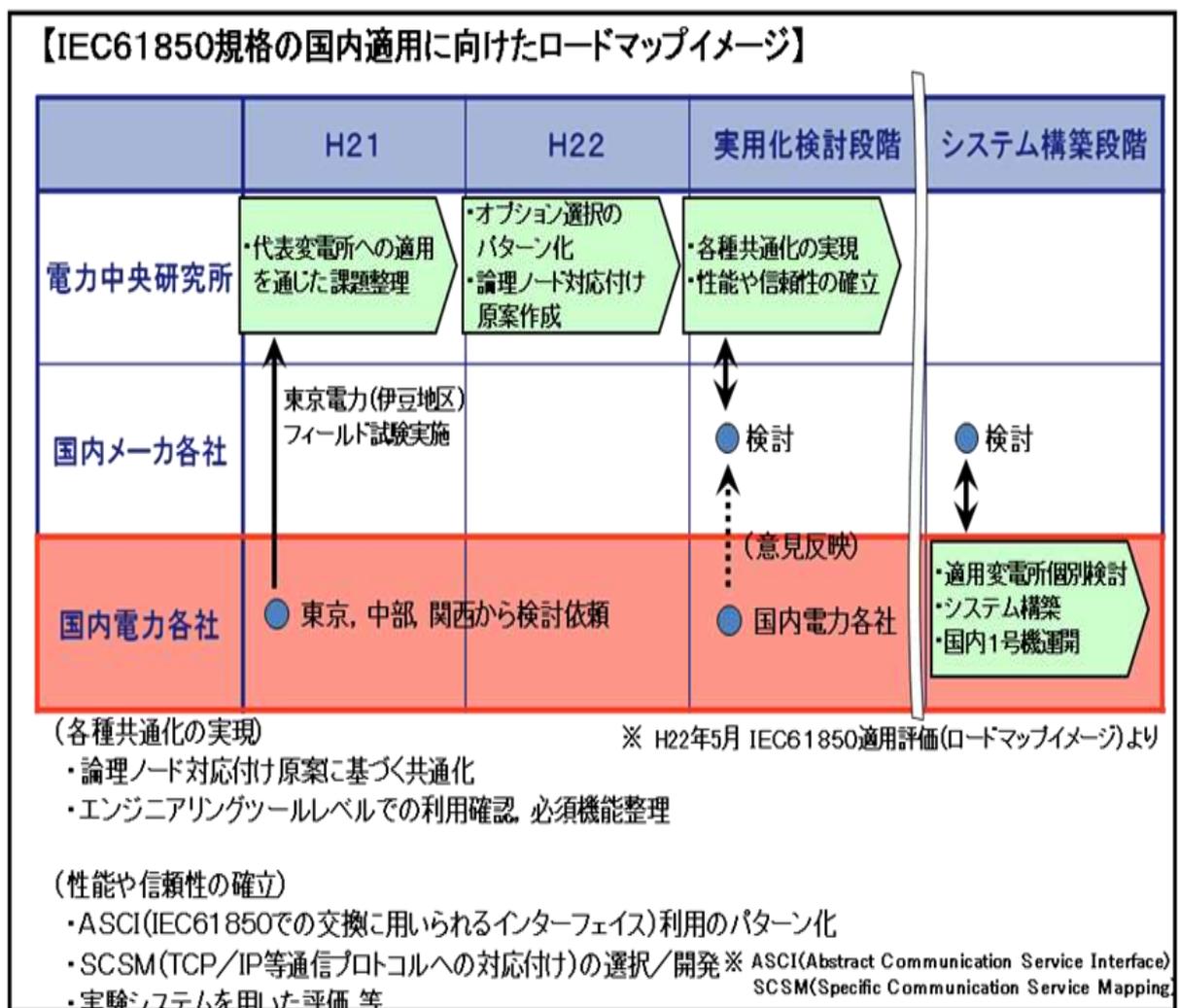


ITV監視畫面

4. 智慧電網中智慧型變電所之IEC61850標準規劃設計現況

中電所有各級變電所均已無人化自動化，目前硬軟體及通信系統運作順暢，對於IEC61850標準的導入或適用目前尚無計畫，僅止於觀察、收集最新情報與研究階段。而由日本電力中央研究所、電力公司及製造廠家IEC61850標準適用的ROAD MAP來看, 2009~2010年間做可行性研究，2011~2012選定試辦的變電所，目前尚無變電所工程實績。

【参考】IEC61850規格の 国内適用に向けたロードマップ(電中研)



註：H22代表平成22年即為2010年

由提供資料來看日本僅有3家電力公司預定部分試行採用，將用於新設或選定既設之500kV變電所控制系統。

デジタル形監視制御システムの動向

■現状では、国内電力各社ともデジタル形監視制御システムの適用割合は少ないが今後、500kVおよび配変クラスなどの低位系変電所へ適用の方向へ進んで行くと考えられる

国内電力各社の動向(メーカー聞き取り含む)		参考 (中長期の検討課題)
F 電力	<ul style="list-style-type: none"> ●東芝、日立、三菱と共同で仮想IP技術等を活用した、500kV変電所向けの監視制御システムを開発 ⇒6箇所納入、今後も適用拡大予定 ●三菱と共同で配変など低位系向けのデジタル形監視制御システムを開発中 ⇒H24年度フィールド試験開始予定、納入後20年程度で全箇所納入予定 	
H 電力	<ul style="list-style-type: none"> ●東芝、日立、三菱と共同で500kV変電所向けの監視制御システムを研究中 ⇒H29年度の新設変電所をターゲット ●下位系向けには、電気所サーバを順次導入中(H13年～) ⇒H24年度以降は、IP対応電気所サーバを導入予定 	
B 電力	500kV変電所に監視制御システムを納入	

5. 日本工安法規對地下變電所逃生避難及施工安全之規範要求。

地下變電所の避難経路

■労働安全衛生法，消防法，建築基準法等に基づいた民間規程「防火対策指針JEAG-5002 (2001年) ※1」，電気協同研究48-2※2等により，各設備の設置を検討している。内容は以下のとおり。

※1：電気技術指針 発電電編，日本電気技術規格委員会（日本電気協会）

※2：複合用途ビル内変電所 - 参入・計画・設計の手引き一

地下變電所の出入口

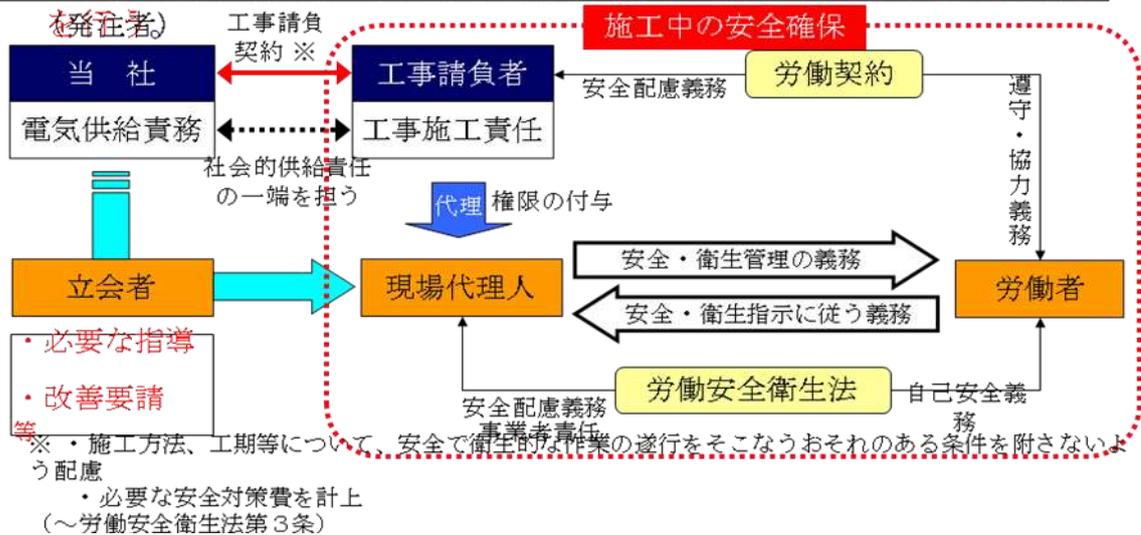
- 地下變電所等への出入口は，原則として直通階段による
- 緊急避難用に出入口は，2箇所以上設けておくことが望ましい。
- 主要変圧器室には2箇所以上の出入口を設け，そのうち1箇所は直接通路に出入りできることが望ましい。
- 出入口の扉は，避難方向に容易に開放できる構造とする。

地下變電所の避難・誘導設備

- 変電所等で大変な発生した場合，一般ビルの他室を經由せずに専用出入口から直接出入りできるように配慮し，タラップ，脱出口を設置する。
- 専用出入口からの避難が困難な場合に備え，ビル側への避難通路も設置する。
- 3階以上のうち，地上に直通する階段が2以上設けられていない階で収容人員が10人以上の箇所には避難器具を設置する。
- 地階，無窓階および11階以上の部分には避難口誘導灯および通路誘導灯を設置する。
- 廊下および通路には誘導標識を設置する。

施工中の安全確保の基本的な考え方

- 施工中の安全確保は、労働安全衛生法で定められている「職場における労働者の安全と健康を確保する」という責務に基づき、**工事請負者自らの責任において行うことが基本**である。
- 発注者である当社は、工事請負者が施工中の安全を確保するために必要となる**安全対策の費用を支払う**とともに、工事請負者の作業安全確保に向けた取り組みに対して深く関与し、**必要な指導や改善要請等**



由中電公司所提供資料可以發現有關地下變電所避難逃生作法與本公司作法相同，另外在施工工作安全方面要求與作法也相同，並未對地下變電所工安有特別規定。

6. 有關輸變電設施遭遇民眾抗爭其因應處理案例，及對民眾提出電磁場相關議題溝通說明方式

近年來，由於環保意識高漲，社區主義抬頭，民眾普遍視電力設施為危險設施，擔心影響自身的安全及周邊地價下跌，再加上媒體經常報導輸變電設備產生電磁場可能影響人體健康之新聞，更令民眾不安，愈是設置於都市之電力設施，這種現象愈顯著，需要長時間持續與住民溝通協調，以化解疑慮。

(1)、變電所興建向民眾溝通說明方式

當變電所用地選定區，中電即展開與當地自治團體及民間組織對話，首先會先拜會町內會長(即村里長)或自治幹部請教召開說明會之意見，即使變電所已獲准興建；溝通協調工作仍有必要進行。

舉辦說明會之方式：

- A. 向町內會(即里民大會)全體住民說明
- B. 以設施周邊住民為對象說明
- C. 對關鍵人士個別拜會說明

說明會簡報內容：

- a. 變電所興建之必要性
- b. 設置地點選取之理由
- c. 供電範圍
- d. 裝置規範及設備內容
- e. 輸變電線路之施設計畫
- f. 施工工期
- g. 施工期間對環境影響之對策

召開說明會時，視出席者之反應及現場氣氛決定處理方式，如果大多數不反對，則請求出席民眾承諾同意施工，如果意見分歧，無法整合，則請求雙方派出代表進行協商，瞭解民眾個別訴求，如民眾對 EMF 有疑慮而反對，則依下列三種方式進行：

- a. 電磁場之讀書會
- b. 磁場強度之實地量測
- c. 參觀變電所及相關設施

基本上說明會舉辦方式並無固定模式；主要視地方意見而定

(2) 反對運動之發展形態及因應對策

與反對之民眾或團體溝通時，首先要讓對方感受到誠意及善意，對於反對者所提出的要求，如評估不可能接受，應當場毅然的予以婉拒，不要令對方有所期待；對於反對運動之發展形態，對應策略如下：

反對運動之發展形態

反對運動的發展形態		對應策略
形態 1(初期階段)	個人的反對	防止擴散及組織化
形態 2(組織化)	周邊地緣住民組成反對團體	積極協調，防止外力介入
形態 3(活性化)	外圍團體介入反對運動；訴求複雜化	以毅然決然地態度回絕不合理要求
形態 4(尖銳化)	大規模組織形態，反對運動更堅決	引導民眾團體訴諸於法律，解決爭論

(3). 變電所抗爭案例

(A) 工程概要

	當初計劃	最終結果
工程名稱	K變電所新建工程	
建設目的	由於T市中心之電力需求日愈增加，預估2006年夏天時，以目前既設變電所之供電能力，當其中一所發生事故時，將無足夠電力轉供，急需新建變電所以應供電所需。	
規模	110KV 25MVA/1B	
型式	屋外(環境調和型)	屋內(里民中心共構)
土木工程開工	2004年11月	2006年12月
變電工程開工	2005年10月 (輸電線2005年2月)	2007年7月 (輸電線2007年3月)
加入時程	2006年6月	2008年6月
預定地	公司自有地，814m ² ，商業區	

(B) 抗爭概要及協調過程

自 2001 年 4 月以來即積極與當地相關人士協商預定地取得事宜，惟該地區町內會決議連署向市長，市議會、國會議員等陳情，反對該變電所之興建。2002 年 3 月預定地地主見反對運動持續擴大遂表示不

擬出售土地予中電，中電評估協調取得該地之時間恐將十分冗長，決定另行覓地，並於2002年6月將該項決定通知當地相關人士。

中電內部檢討市中心區內之自有土地興建變電所之可行性，2004年3月決定利用營業所自有地興建，2004年4~6月針對用地附近之五個町內會召開說明會，並逐戶拜訪地方有力人士，說明該變電所興建概況，不過新用地關係人士及町內會等仍以電磁場影響人體健康為由陳情反對變電所興建。

2004年11月T市成立「K變電所建設用地檢討會」，2005年7月檢討會提出以市公所停車場為替代用地。（市長提出變電所興建的5項條件限制，希望建地下變電所）

2006年2月經中電檢討建設條件及市公所停車場周邊居民反對，決定放棄於市公所停車場興建變電所。

中電公司考量T市中心的供電穩定，決定仍需於S小學附近的公司自有地興建K變電所，2006年12月現場開工，2008年6月變電所完工加入運轉。

興建期間，2007年3月變電所鄰近家長以保護學童免於電磁場危害健康及保障學童安心學習權利為由，向地方法院提出訴訟，要求變電所立即停止興建，當年6月法院駁回，抗爭家長立即再向地方法院提出抗告。期間由於抗爭家長分裂成兩派，於2008年12月撤回告訴。抗爭團體於2009年3月解散。

(C) 對應策略

當向外徵購用地受阻後，立即決定使用公司自有用地，並立刻展開對當地鄰近居民展開溝通說明工作，召開6次說明會，變電所地區及輸電線沿線居民個別拜訪1100次，辦理參觀變電所5次，參觀變電所屋外（環境調和型）及屋內各一所，計26人參加。

替代地檢討部分：

- a. 參加替代用地檢討會會議與檢討會委員座談：16次
- b. 替代用地周邊居民意見交流及辦理說明會：8次(128名)
- c. 替代用地周邊居民戶個別訪問：9次(約700次)

- d. 有線電視新聞廣告：1次(2005年12月) ，N新聞(T縣東部地區)
- e. 與反變電所自救會意見交換：計5次
- f. 提出社區營造建議：興建與變電所共構之里民活動中心
- g. 參觀變電所：2次；Y市 M變電所 屋外(環境調和型)

- h. 郵寄資料 對象：自救會及所有周邊里民(約1700人)
資料內容：必要性，安全性，屋內變電所・里民活動中心設置
- i. 戶別訪問 對象：各里自救會各成員

(D)變電所施工期間之溝通說明

- a. 經常於社區活動時對居民演講或辦理說明會，內容為變電所的安全性及變電所興建所產生之電磁場遠低於法規建議值，當地居民學童及居民無需擔憂。
- b. 說明變電所由原來的屋外型改為屋內型GIS設備，與都市景觀調和，減少民眾對變電所嫌惡感。
- c. 對行政機關的立場予以尊重，並就公司的主張與其誠心溝通，及早達成雙方可以接受之共識。
- d. 充分理解反對者與自救會之主張，十分誠懇的與其溝通，但是立場需堅定，面對自救會提出之法律訴訟，站穩法律立場謹慎應對，強調變電所的必要性與安全性，設法與各方人員保持良好關係。公布興建時程表，變電所施工期間產生的灰塵及噪音嚴加管制，儘量將施工時對民眾的影響降至最低。
- e. 提供電磁場相關資料：提供公司網址供民眾查詢更多及更深入之電磁場相關資料。另對電磁場有疑慮的民眾免費提供磁場強度之實地量測。

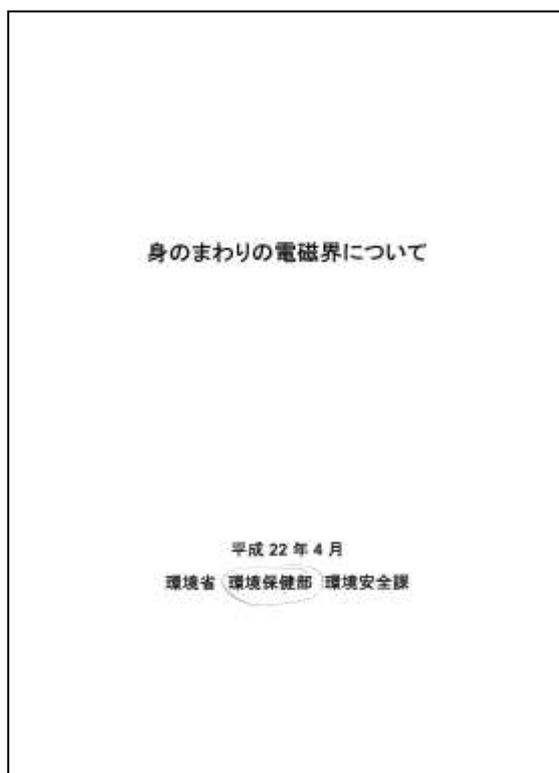
本抗爭案例算是成功的案例，雖然供電時程延後兩年，變電所由屋外型改為屋內型並與提供之里民活動中心共構，但能於小學鄰近地點及居民強烈反對甚至提出法律訴訟之情況下完成，其中有些作法值得參考。

電磁場相關議題溝通說明資訊：

中電公司向民眾說明電磁場相關議題，除了公司發行的宣傳手冊及公司網站外，尚有「電磁場情報中心」發行的手冊及網站

(<http://www.jeic-emf.jp>)，「電磁場情報中心」係為一財團法人，由電力業者、電磁場反對團體、政府機構及學者專家等組織而成，其宗旨有三：1. 從事電磁場研究及收集最新資訊 2. 為一中立組織辦理市民、電氣業者及地域住民之間的溝通活動 3. 研究以低費用降低電力設備磁場的方法與策略。「電磁場情報中心」提供最新與正確之電磁場相關議題資訊，可避免民眾被誤導及引起不必要之恐慌。

另外，向民眾溝通說明的資料尚有由日本環境省及環境保健部出版「關於身邊的電磁場」及日本經濟產業省發行「電磁場與健康」的手冊。「電磁場與健康」手冊的第11頁，已將日本依2011年3月ICNIRP最新建議值，將日本60HZ及50HZ低頻電磁場規制值(法訂值)訂為2000毫高斯，並於2011年10月1日施行之訊息刊登。



(三)、感想與建議

1. 中電輸變電工程人員與供電運轉人員同屬一單位，人員可相互輪調，因此設計施工與運轉維護人員不會有本位主義，對於輸變電設施之設計要求及施工允收標準有共識，極少發生工程完工無法移交之情形，當工程量減少時，設計施工人員可轉換為老舊設備更新設計施工人員或運轉維護人員，人力調度靈活，值得參考。
2. 日本由於311東北大地震，核電廠機組被要求停機檢查，無法發電造成電力短缺，政府要求全國上下共體時艱節約用電，此次參訪發現中電公司全力遵守配合，辦公室空調僅維持27~28度，人員穿著以舒適為原則，變電所空調通風以符合機器運轉條件即可，雖然節電帶來日常生活不便，但其人民仍忍耐克制遵守配合，少有怨言。
3. 為了減少地下變電所樓層高度，將電纜的引接方式由垂直改為水平，雖然本公司因受政府採購法規定限制，應設法在不違反採購法的規定下，訂定引接方式及機器高度，請各廠家配合以降低樓層高度，節省建造成本及工期。
4. 中電的變電所大多為屋外型，僅有少數是屋內型及多目標地下變電所，故其輸電線多為架空線，且廣島市區內仍可見架空配電線，故其變電所極少於一次側裝置大容量並聯電抗器。
5. 中電公司變電所為維修及經濟考量，所有屋頂及牆面採用清水模未加粉刷裝飾，管線盡可能採用明管設計及施工，與我國考量美觀採用埋管方式不同，據查我國目前土建清水模工程技術的水準應可與日本相當，變電所內裝設計應以廠房考量以實用為原則，勿需過多裝修。
6. 地下或多目標變電所採用不燃變電設備，如SF6氣體絕緣變壓器GIT及GIS設備，有關GIT冷卻方式中電大多採用水冷式，相對於氣冷式可以減少配置空間與防止變壓器噪音循通風管道傳至外部。以臺灣的夏季外氣溫度設計條件36°C相較於日本的32°C，以室內溫度40°C設計，通風散熱所需風量為兩倍，通風管道所需面積亦為兩倍，目前國內大多採用氣冷式通風管道及消音設施佔據龐大的空間，若能改用水冷式並採用密閉型散熱水塔，減少水量蒸發、循環水污染及噪音，應可解除運轉單位擔心

水費過高及水質不佳有堵塞配管之疑慮。

7. GIS新技術開發方面，是將高壓斷路器遮斷點減少(如500kV由4點改為2點)以縮小體積，屋外型GIS是盡量將長寬縮小因其高度不受限制，屋內型則在不增加長寬的原則下盡量降低設備高度，減少樓層高度降低建築物建造成本。
8. 中電各級變電所(包括500 kV級超高壓變電所)都已自動化遠端遙控，保全方面利用ITV及變電所圍牆間紅外線偵測器來組成，所有變電所的運轉狀態及設備維護紀錄均可由公司內部網站獲得，重要變電所GIS設備裝設 on-line 部分放電檢測裝置，以提高運轉可靠度，值得參考。
9. 變電所設備防震方面地下變電所與屋內變電所要求相同，消防法規依政府規定並未有特殊規定，設計者依地下變電所需要予以考量。
10. 日本各電力公司因其變電所都已無人化自動化，對於IEC61850引入並非很積極，因為成本考量僅止於研究及密切關注階段，各設備製造廠家除外銷外，對IEC61850標準設備的開發並不很積極。
11. 此次參訪的鶴見變電所35MVA x 2(最終3台)，位於廣島市中心，變電所上方為幼稚園及辦公大樓，Machine Hatch的上方即為幼稚園的遊戲沙池，如需擴建時須將其清空後再恢復，且鶴見變電所斜對面即為一所小學，可見當地居民並沒有因鄰近幼稚園及小學而不同意變電所的興建。因此政府的支持，地方政府依法行政，民眾的諒解與理解及中電公司人員努力溝通協調，應是變電所成功興建的主要原因。
12. 建議由電力業者、電磁場反對團體、政府機構及學者專家等，成立電磁場網站溝通平台，統一公布最新客觀專案業的電磁場資訊，以免民眾無法獲得正確資訊而被誤導，而造成對電磁場不必要的恐慌與疑慮。
13. 建議由環保署及國民健康局仿照日本環境省及環境保健部出版「關於身邊周圍的電磁場」的手冊，較具公信力與說服力，對輸變電工程遭遇民眾抗爭之溝通說明將有莫大的助益。另外日本經濟產業省亦有發行「電磁場與健康」的綠皮書，刊登有關60HZ及50HZ低頻電磁場規制值(法訂值)訂為2000毫高斯，並於2011年10月1日施行之訊息，其政府機關支持電力建設的積極作為，值得參考。

二、超超臨界機組水處理及污染防治設備之運轉維護—許家豪

(一) 前言

本公司現有燃煤火力機組多為60~80年代之產品，主要為燃煤亞臨界鍋爐 (steam pressure <22.1Mpa, temperature <566°C)。然隨著材料科技不斷研發精進，燃煤機組由亞臨界、超臨界(steam pressure >22.1Mpa, temperature >566°C)進而邁入超超臨界(temperature >593°C)時代，甚至進入21世紀，大型機組鍋爐技術更趨成熟，超超臨界機組熱效率達45% (LHV)，比亞臨界機組(38%)明顯提高，實質降低燃料消耗量，並抑低二氧化碳產生量，高效率的超超臨界機組已是世界新建燃煤機組之主流。而本公司自民國 102年起將陸續有多部 800MW超超臨界燃煤機組分別將完工投入商轉 (包括林口、大林)，未來超超臨界機組運轉及維護之可靠性對本公司未來之營運績效、競爭力及系統供電之穩定更形重要。

一般之超臨界的定義為:當水於壓力 221.2 bar(374.2°C)被加熱時，於飽和狀況時將不再有液汽兩相共存的情況，而直接轉化為 100%之飽和蒸汽，在熱力學上此壓力被稱為臨界 (critical) 壓力。超過此一運轉參數之發電機組，即稱為超臨界 (Supercritical) 發電機組 (見圖 4-2-1)。

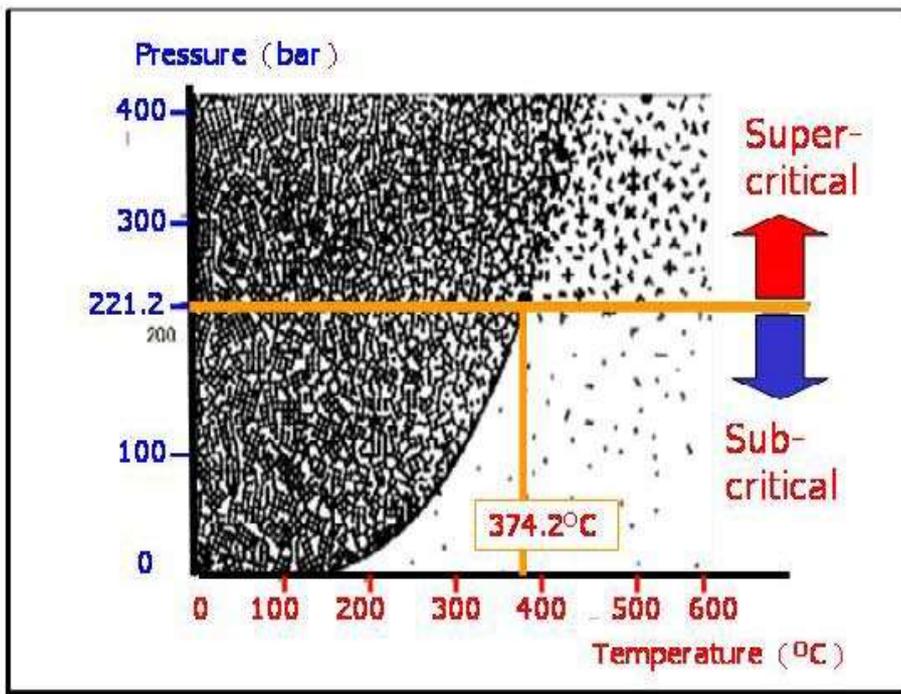


圖 4-2-1 超臨界壓力溫度圖

運轉於超臨界壓力之鍋爐超臨界鍋爐 (Supercritical Boiler) 效率顯著高於亞臨界鍋爐，傳統亞臨界汽水鼓鍋爐之結構僅適用於亞臨界壓力

下運轉，而不適用於超臨界狀況之運轉。超臨界壓力鍋爐之設計架構均採用貫流 (Once-Through) 方式，即以水牆管作為汽化器，其加熱、蒸發及過熱過程均在單一管子內完成，進行單相相變化，所以不需裝設汽水鼓，另以較小的汽水分離器取代，可將蒸汽中微量的水分加以分離排放。因超臨界鍋爐並無汽水鼓，故其水質處理更形重要。

超臨界壓力機組 (Supercritical-SC) 及超超臨界壓力機組 (Ultra Supercritical-USC) 的定義易使人感到困惑，一般定義上蒸汽壓力大於 221bar，即稱為 SC，但 USC 與 SC 則以蒸汽溫度來區別，高於 593°C 則為 USC。超臨界壓力機組自 1950 年代發展至今，由於初期機組可靠度偏低，且歐美等工業國家之基載電力大都以核能機組為主，超臨界機組之發展相當有限。惟近年來一方面由於氣候暖化議題，另一方面因核能發電受到限制，而石油、天然氣儲藏量僅存數十年，且兩種燃料價格也持續飛漲，而燃煤仍有超過兩百年以上之儲藏量，相對價格較為平穩，因此為了降低發電成本，且過去已經累積相當豐富的超臨界壓力機組操作運轉及維護之經驗，再加上材料科技、冶金技術之突破及控制系統軟、硬體之進步，均可大幅度降低超臨界壓力機組初期投資及操作運轉的費用與提高機組之效率、可靠度 (Reliability) 及可用率 (Availability)，超臨界壓力燃煤火力機組之發展便成為歐美、日各主要工業國家之目標。

中電公司的主要火力發電廠計有九座：位於山口縣 Yamaguchi 的下關 Shimonoseki 燃煤燃油電廠、新小野田 Shin-Onoda 燃煤電廠、下松 Kudamatsu 燃油電廠、柳井 Yanai 燃 LNG 複循環電廠及岩國 Iwakuni 燃油電廠；位於廣島縣 Hiroshima 的大崎 Osaki 燃煤 PFBC 電廠；位於岡山縣 Okayama 的玉島 Tamashima 燃油電廠及水島 Mizushima 燃煤燃油電廠；位於島根縣 Shimane 的三隅 Misumi 燃煤電廠，其燃料種類、裝置容量如表 4-2-1。其中，新小野田電廠、玉島電廠 #3 機、水島電廠 #3 機、岩國電廠 #3 機為超臨界機組；三隅電廠屬超超臨界機組。近年中國電力公司超臨界壓力燃煤蒸汽條件變化趨勢 (如圖 4-2-2)，中國電力公司火力機組熱效率變化趨勢 (如圖 4-2-3)。

圖 4-2-2 中國電力超臨界壓力燃煤火力機組蒸汽條件變化趨勢

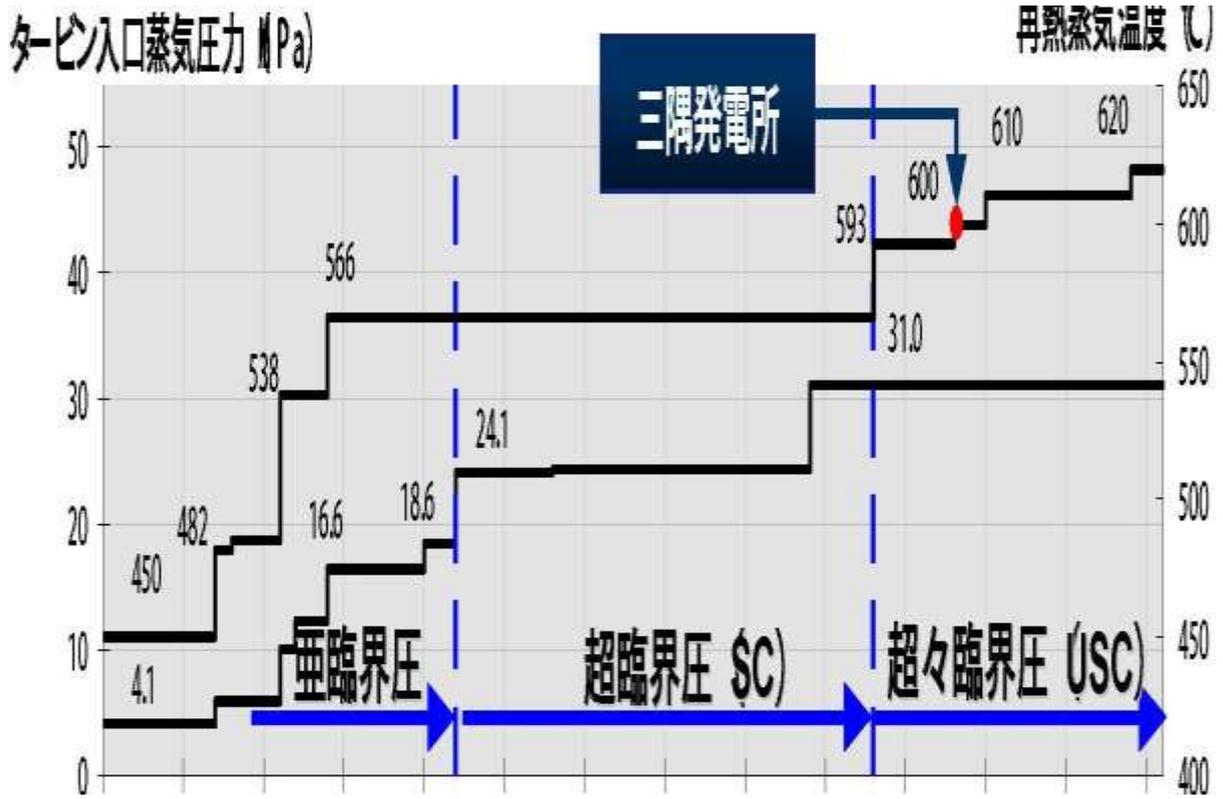


圖 4-2-3 中國電力超臨界壓力火力機組熱效率變化趨勢

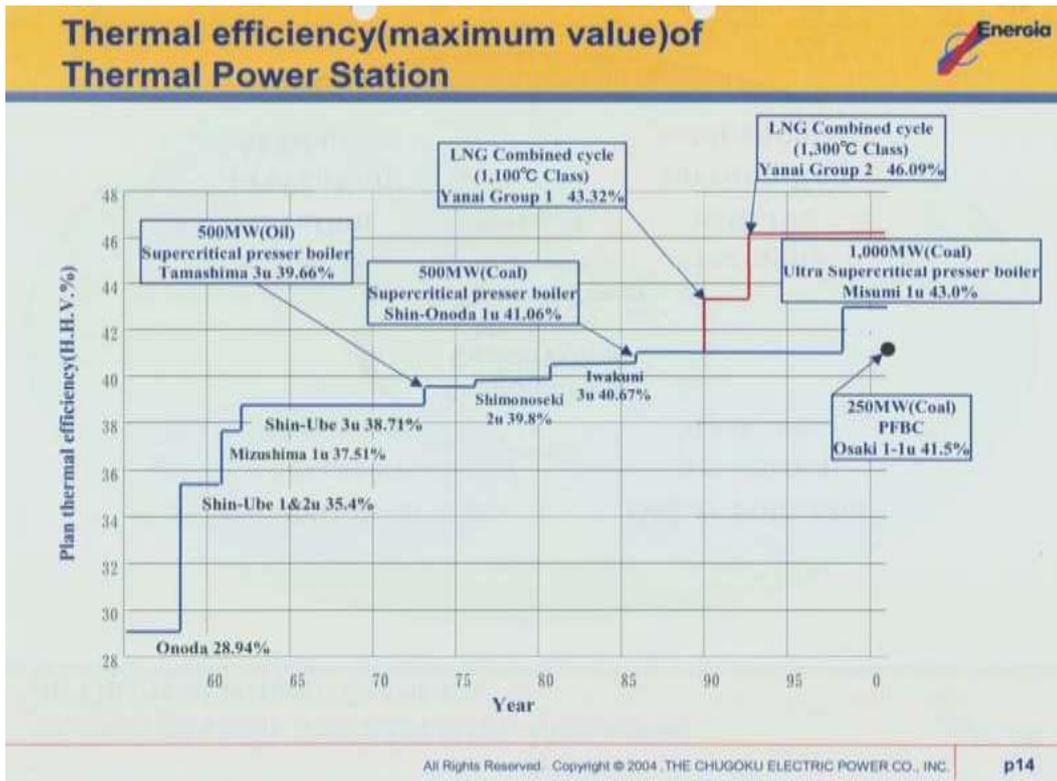


表 4-2-1 中電公司主要火力發電廠資訊

電廠名稱	機別	燃料	裝置容量 (MW)	備註
三隅 MISUMI	1	煤炭	1,000	超超臨界機組
水島 MIZUSHIMA	1	煤炭	125	
	2	煤炭	156	
	3	天然氣	350	
玉島 TAMASHIMA	1	重油	350	
	2	重油	350	
	3	重油	500	超臨界機組
大崎 OSAKI	Group1-1	煤炭	250	
岩國 IWAKUNI	2	重油	350	
	3	重油	500	超臨界機組
柳井 YANAI	Group 1	天然氣	700 (6 UNITS)	
	Group 2	天然氣	400 (6 UNITS)	
下松 KUDAMATSU	2	重油	375	
	3	重油	700	超臨界機組
新小野田 SHIN-ONODA	1	煤炭	500	超臨界機組
	2	煤炭	500	超臨界機組
下關 SHIMONOSEKI	1	煤炭	175	
	2	重油	400	
合		計	7981MW	

(二) 個別觀摩行程

表4-2-2 三隅電廠個別觀摩行程
(含往返程為期1天，中電電源事業本部1天)

2012年10月17日		2012年10月18日	
時間	參訪項目內容	時間	參訪項目內容
09:00~12:00	往程：三隅電廠	9:00~12:00	中電電源事業本部
13:00~17:30	參觀三隅電廠 返程	13:30~17:30	中電電源事業本部

10月17日09:00由電源事業本部副長入川健一及專任係長中山和尚及翻譯孫軍陪同，出發前往三隅電廠，約11:30抵達三隅電廠，由三隅發電所藤川久人所長主持簡報，電廠發電課、總務課、化學室等

同仁參與討論。由於時程緊迫，實際在電廠參觀及討論時間僅不到3小時，所以在簡短互相介紹後，直接依原訂觀摩主題討論，餐後留約2hr現場參觀發電設備及水處理、污染防治設備等，最後於15:00離廠返回廣島中電總管理處。因廣島市至三隅電廠單程車程將近3小時，即使有完整2天個別觀摩行程，實際參訪時間並不多，然若需參訪該電廠亦需事先請中電安排，因考量參訪機會難得，實際參觀日本超超臨界電廠有實質意義，故於出國前先規劃好實習之參觀項目及重點，並盡可能獲得最大成效，在此特別感謝中電費心安排參訪，讓人備感敬佩。

10月18日09:00，在中國電力電源事業本部經理木田淳志先生及翻譯孫軍陪同下在中電總部討論，並分別安排副長入川健一，專任係長中山和尚參與討論此次參訪之相關議題：超超臨界電廠之水處理經驗、超超臨界電廠之污染防治設備運維、生質燃料添加於鍋爐之經驗及因應氣候暖化之溫室氣體減量作為…等。期間各有關問題，中電之各位同仁均詳實說明，部分較深入涉及特定技術者，則委婉以不便提供取得諒解，在此特別感謝中電之協助，唯對少部分無法瞭解資訊，仍稍感遺憾。

(三) 超超臨界機組之水處理

中電公司超臨界之燃油及燃煤機組各有3部，均為再熱式貫流式鍋爐(如表4-2-3)，本次個人觀摩中電公司安排參觀之超臨界發電機組為三隅發電廠 MISUMI燃煤電廠；1998年營運之超超臨界機組三隅發電廠，汽機入口蒸汽壓力為 25.4MPa、過熱器出口蒸汽溫度 604℃。

表 4-2-3 中電超臨界發電機組簡介

電廠名稱	玉島 TAMASHI MA	岩國 IWAKUNI	下松 KUDAMAT SU	新小野 SHIN-ONODA	三隅 MISUMI
機別	3號機	3號機	3號機	1、2號機	1號機
裝置容量	500MW	500MW	700MW	500MW	1000MW
使用燃料	重油	重油	重油	煤炭	煤炭
鍋爐型式	放射再熱式 貫流型	放射再熱式 貫流型	放射再熱式 貫流型	再熱式變壓貫 流型(屋內式)	放射再熱式變壓 貫流型(屋內式)
蒸發量 (T/H)	1,710	1,730	2,350	1,670	2,900
蒸汽壓力 (MPa)	25.0/4.35	25.0/4.0	25.0/4.06	25.0/4.19	25.4/4.5
蒸汽溫度 (℃)	543/541	543/569	541/568	541/568	604/602
商轉日期	1974年6月	1981年9月	1979年9月	1986年4月 1987年1月	1998年6月

超臨界機組鍋爐之設計架構均採用貫流式，鍋爐給水之水質處理要求更加嚴格，由揮發性處理（All Volatile Treatment, AVT）發展到複合水處理（Combined Water Treatment, CWT）。由於鍋爐給水在揮發性處理無氧、高 pH 值情況下，於爐管水側表面會生成外層疏鬆的 Fe_3O_4 鈍化層，二價鐵離子會不斷地溶解出來，而 CWT 方式的原理是在水處理過程中加入適量氧和微量氨，此擴散出的二價鐵離子會被迅速氧化，爐管內壁生成緻密的溶解度小之赤銅礦（ Fe_2O_3 ）保護膜，因而降低管壁內水垢的生成及抑制腐蝕的發生。

傳統機組系統水大都使用 N_2H_4 除氧之處理法。但在這種完全除氧的環境中，對水流速度較快的機組，如超臨界貫流式機組，水流極可能侵蝕碳鋼材質的管壁，特別是在彎管或是有局部擾流的部分，發生所謂的流體輔助腐蝕（flow assisted corrosion, FAC）。如果在系統水有些許溶氧存在的話，則上述這種效應即可能減少，因為如果溶氧量控制得宜則會在管壁處產生一層其保護性氧化層，避免管材進一步的腐蝕，就是所謂加氧的系統水控制方法（Oxidant Treatment, OT）。

研究顯示當溶氧濃度介於 150 至 200ppb 時，碳鋼的腐蝕率最低。此種水處理方法的原理為在有稍許溶氧存在的狀況下，管壁的氧化層可形成更緻密的質地，因較為穩定而釋放較少的溶解性鐵成分至系統水中。如此即可減少氧氣進到管材表面的機會，而此表面對於流動的水流也有著較低的溶解度，故形成更為穩定的材質，而減低金屬釋出的可能性。

但超臨界機組一般則使用綜合性水處理法（Combined Water Treatment, CWT）。即在系統水中氧的注入量約以保持 50 至 150 ppb 的氧殘存量。另外加入氨以提高系統水的 pH 至 8.0~8.5；經驗上約需加 20 至 70ppb 的氨量以達到這個要求的 pH 值。

使用加氧處理時，對水質的要求較高，並非一開始就使用加氧處理，而是待水質符合條件才開始使用。通常飼水陽離子導電率要 $<0.2 \mu S/cm$ ，因而在運轉過程中得強制要求使用淨水器，而且需熱交換器部分能有效的去除不凝結氣體及高壓飼水加熱器不能有銅材質以防止腐蝕等種種

條件。

超臨界鍋爐的貫流式的本質，導致必須對操作的穩定度和可靠度有必須遵守的限制和預防措施，如飼水導電度。不同於汽鼓鍋爐能將懸浮固體物利用連續沖放排出，所有的硬的礦物質及其他污染物都會沉積在加熱面或過熱器的水側，沉積物會導致過熱及破管。如果爐水導電度超出規定值經過一定時間，鍋爐必須熄火停止加熱，因此運轉人員必須熟練水質控制設備的操作。

下表為三隅電廠及小野田電廠分別採AVT及CWT處理之水質管制。三隅電廠採用AVT之處理法，雖說水質沒問題，但需付出鍋爐每兩年酸洗之代價，與一般燃煤電廠鍋爐4-6年酸洗之頻率倍增，因此三隅電廠已重新思考更改為CWT之可行性評估。

表 4-2-4 中電電廠水質管制表

管理項目		單位	AVT三隅發電所	CWT新小野田發電所
ろ過水	濁度	mg/L as SiO ₂	0.3以下	
純水	SiO ₂	mg/L	0.015以下	
	電氣伝導率	μS/cm	1.0以下	
復水	電氣伝導率	μS/cm	0.3以下 ※1	
脱塩復水	鉄	mg/L	0.005以下	
	銅	mg/L	0.002以下	
	SiO ₂	mg/L	0.010以下	
	電氣伝導率	μS/cm	0.1以下	
	ナトリウム	mg/L	0.005以下	
給水	PH	at 25°C	9.4~9.6	8.0~9.3
	溶存酸素	mg/L	0.005以下	0.020~0.200
	鉄	mg/L	0.010以下	
	銅	mg/L	0.002以下	
	電氣伝導率	μS/cm	0.3以下 ※1	0.2以下 ※1
	ヒドラジン	mg/L	0.010~0.070	—
蒸気	SiO ₂	mg/L	0.010以下	

※1-表示經過樹脂

(四) 超超臨界機組之污染防治

中電公司為符合中央及地方所制定之法規或與地方所議定之環保協定，並為了維護良好環境，乃持續努力引進最新的電廠設備及技術。首先於 1974年裝設日本首次燃油電廠的濕式排煙脫硫系統，1979年裝設世界首次燃油電廠的排煙脫硝系統，1980年於下關#1號機裝設世界首次燃煤電廠的高粉塵式排煙脫硝系統，1984年世界首次在燃煤電廠靜電除塵系統採用移動電極。

目前中電公司燃煤發電廠之空氣污染物排放對策及空氣污染物之排放情形（燃煤電廠）如表 4-2-5，表 4-2-6。

表4-2-5中電公司燃煤發電廠之空氣污染物對策

電廠	三隅 MISUMI	水島 MIZUSHIMA	大崎 OSAKI	新小野田 SHIN-ONODA	下關 SHIMONOSEK I
機組別	#1	#2	#1 (1-1)	#1, #2	#1
裝置容量 MW	1000	156	259	500, 500	175
主要燃料	煤	煤/天然氣	煤	煤	煤
SOx對策	FGD	FGD	爐內脫硫	FGD	FGD
NOx對策	燃燒改善 SCR	燃燒改善 SCR	SCR SNCR	燃燒改善 SCR	SCR
粉塵對策	靜電集塵裝 置	集塵裝置	袋式過濾器 集塵裝置	靜電集塵裝 置	集塵裝置
設立時間	1998/6	1963/8	2000/11	1986/6, 198 7/1	1967/3
備註	超超臨界機 組		PFBC發電系 統	超臨界機組	

本次參訪之三隅電廠#1號機，為1998年裝置完成燃煤之超超臨界鍋爐發電機組，採用 Advanced -Pollution Minimum燃燒器與最新爐內脫硝法(MACT)與高微粉度粉煤機(Mitsubishi Rotary Separator II)的組合，達成了降低 NOx、灰中未燃碳的目標；其排煙脫硫系統則採用液柱塔式，由於不易結垢及較高的脫硫效率且維修方便，並進而使靜電除塵效率達到 99%以上。

三隅發電廠在空氣污染之防制如圖4-2-4：鍋爐排出的煙氣先經過煙氣脫硝設備(NH₃還原 SCR法)去除 NOx，經低溫乾式靜電集塵器濾去灰塵，再經煙氣脫硫設備(濕式石灰石-石膏法)去除 SOx，最後由高 200M煙囪

排放至大氣。排放之空氣污染物均可符合法規值(如表4-2-7)。圖4-2-5為三隅電廠之污染防制鳥瞰圖。

表4-2-6中電公司燃煤電廠之空氣污染物排放基準值及排放情形

電廠	項目	SOx排出量 m ³ N/h	NOx濃度 ppm	粉塵濃度 mg/m ³ N
三隅	基準值	454	60	30
#1 (1998)	發電時最大值	182	52	5.5
	年排出量 (ton)	2517	1681	
新小野田	基準值	106.4	60	29
#1 (1986)	發電時最大值	30	45	6.0
	年排出量 (ton)	795	1495	
新小野田	基準值	106.4	60	29
#2 (1987)	發電時最大值	32	49	4.1
	年排出量 (ton)	795	1495	
大崎	基準值	59	15	9
#1 (2000)	發電時最大值	22.5	9.8	ND
	年排出量 (ton)	92	47	
下關	基準值	216	350	150
#1 (1967)	發電時最大值	35.7	199	49
	年排出量 (ton)	640	2504	

註1. 2011年data
2. 斜體字表該廠合計

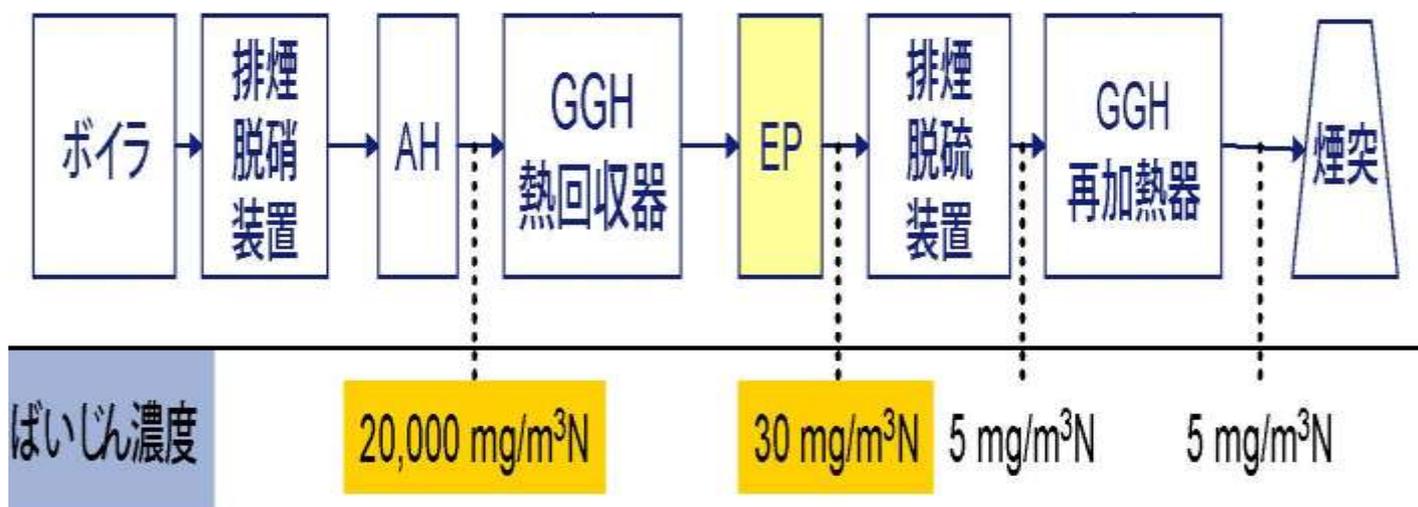


表4-2-7 三隅發電廠之空氣污染物法規值

	m3N/h	ppm	m3N/h	ppm	kg/h	mg/m3N
大氣污染防止法(排出基準値)	—	200	2,920	—	—	100
電気事業法(届出値)	197	60	312	102	92	28
環境保全協定(協定値)	453(1,2号合計)	60	454(1,2号合計)	102	136(1,2号合計)	30

圖4-2-5 三隅電廠之污染防制鳥瞰圖



而在煤燃燒程序所產生之煤灰，可分為飛灰與底灰。一般燃煤電廠煤灰收集處理過程有多種，飛灰部分大多以靜電集塵器收集後再予處理利用，底灰則有乾式與濕式收集兩種方式，中國電力各燃煤廠產出之飛灰燒失量約為2-4%，飛灰與煤灰均視為廢棄物委由子公司依不同利用途徑作處理與利用，其方式歸類如下。 飛灰：乾式處理靜電集塵器→1灰倉（未處

理) →2離心式分離→3細粉灰倉→4有效利用 步驟 1以後則付費委由子公司代為處理，子公司依產品標準要求作相關之再利用。

在用途方面，飛灰係卜作嵐材料之一種，其產品特性已被市場接受，最常應用於水泥和混凝土的添加物，一般在卜特蘭水泥中飛灰的取代量從15~25%（視工程用途而定），在巨積混凝土中甚至更高。飛灰可使混凝土增加許多有利的性質，如改善工作度、減少浮水、降低水化作用所產生之水化熱，並增加製品的後期強度。因具有節省水泥用量及減少預拌混凝土成本且同時達到品質要求等優點，故飛灰在利用上已十分具有經濟效益。

底灰的化學成分與飛灰相似，不過鐵、硫的含量比飛灰較高，粒徑亦較粗，多用於對煤灰品質無嚴格要求之填土及道路工程級配等用途，亦有部份底灰用於農業利用，對於粘質土壤有減少穿刺阻力、增加疏水性和通氣性質等正面影響。

三隅電廠之煤灰再利用率2011年約為50%，其餘50%則置於灰塘。下表為三隅發電廠各種污染之防制對策。

表4-2-8 三隅發電廠之污染防制對策

項目	內容
硫黃酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 全量処理の排煙脱硫装置を設置。脱硫効率90%以上。 ■ 湿式石灰石-石膏法 液柱塔1系列1塔方式)
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 二段燃焼方式, 低NOxバーナ等による燃焼改善に加え, 全量処理の排煙脱硝装置 乾式アンモニア接触還元方式)を設置。脱硝効率80%以上。
ばいじん対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電気集じん装置と排煙脱硫装置の相乗効果により, 除じん効率99%以上を達成。
炭じん飛散対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 鋼製角型集合石炭サイロを設置するとともに, コンベア等についても防じんカバー等を取り付け。
騒音対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 騒音の主発生源となる機器のほとんどを屋内に設置。 ■ 屋外機器には低騒音型機器を採用するとともに, 通風機, ポイラ安全弁等には消音装置を設置。
温排水対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 海底の低温の海水を取り入れる深層取水方式を採用。 ■ 放流する時は水中に勢いよく放出し, 周辺海水との混合を促し, 温排水の拡散範囲が極力少なくなる水中放流方式とした。
排水対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電所の諸設備から出る排水および排煙脱硫装置からの排水は, 高性能の総合排水処理装置により処理した後, 排水する。 ■ 生活排水についても生活排水処理装置で処理した後, 排水する。
その他対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 煙突の高さは200m。 ■ 可能な限り自然林を利用し, 敷地の25%以上を緑化。

(五) 生質燃料添加於鍋爐之運轉經驗

中電公司致力於推廣生質燃料混燒發電，所謂生質燃料是指將污水污泥或木質系生質燃料等能持續再生的資源，作為火力電廠的燃料之一。生質燃料因具有燃燒過程中會產生即使排放出二氧化碳但並不會增加大氣中二氧化碳量之優勢，且燃燒性質與煤相似。利用低溫碳化程序(250~350°C)製造之生質燃料，產生之熱質相較於高溫碳化程序(600~800°C)約可提昇40%左右，同時可降低自燃現象及抑低臭味及 N₂O 之產生。添加生質燃料於鍋爐可對溫室氣體減排有重大貢獻。

中電公司於 2004 年開始於下關與新小野田發電廠開始實施煤炭與生質燃料的混燒發電實證試驗。並於 2007 年 8 月開始於新小野田發電廠正式推行，每年生質燃料用量約 3.5 萬噸，削減約 2.9 萬噸的二氧化碳排放量。此外，自 2009 年度開始接受經濟產業省（相當於台灣的經濟部）補助，於新小野田與三隅發電廠著手進行「林地剩餘木材生物燃料煤炭混燒發電實證事業」，並在三隅發電廠經設備設置及實證試驗後，於 2013 年每年木質生物燃料用量約 3 萬噸，削減約 2.3 萬噸的二氧化碳排放量。圖 4-2-6 為生質燃料添加於鍋爐之流程，圖 4-2-7 為三隅發電廠之生質燃料添加於鍋爐之現場照。

圖 4-2-6 生質燃料添加於鍋爐之流程圖

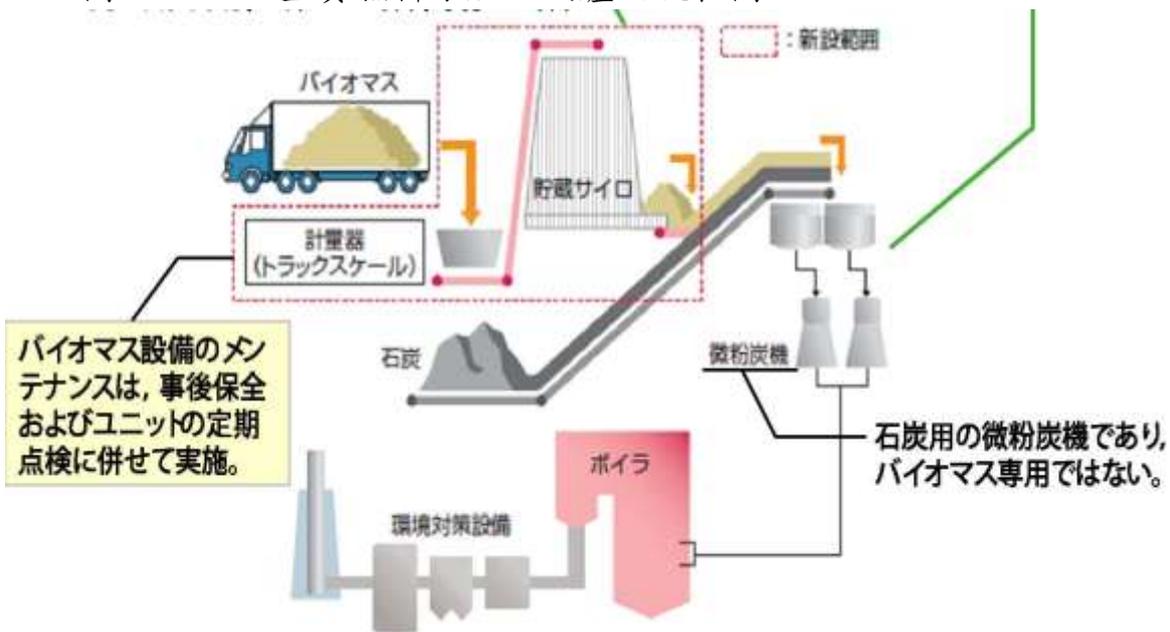


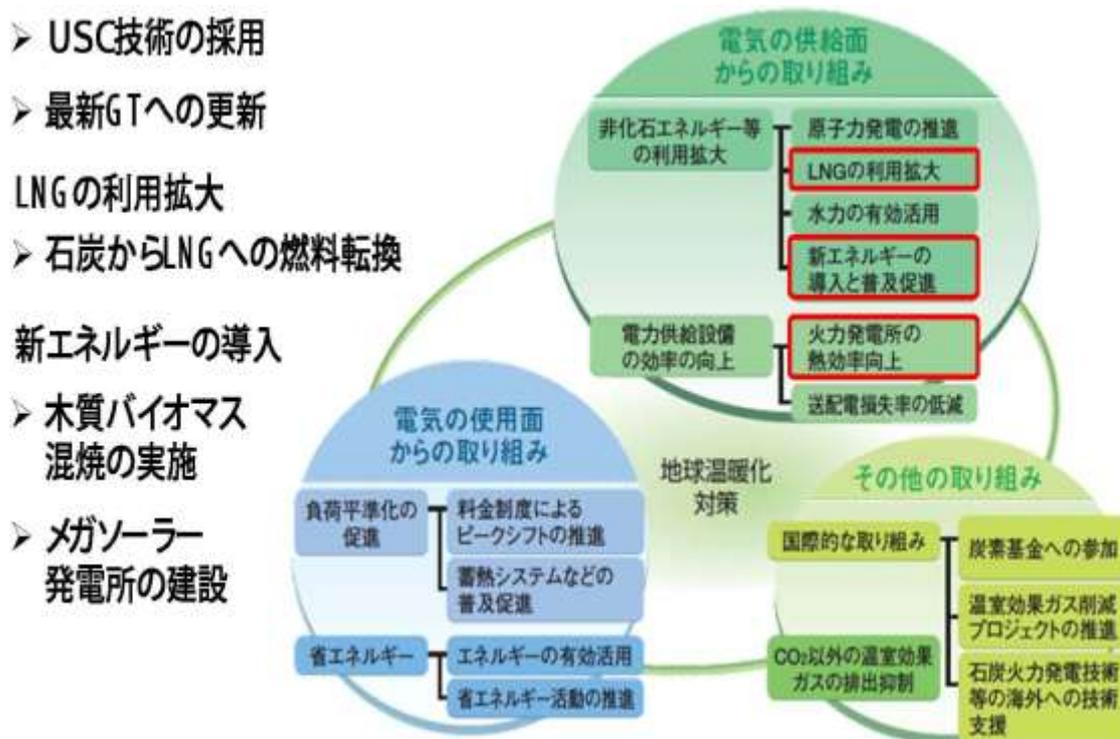
圖 4-2-7 三隅發電廠之生質燃料添加於鍋爐之情形



(六) 因應氣候暖化之溫室氣體減量作為

中電公司因應氣候暖化之溫室氣體減量以「與 1990 年度實績相比，2008~2012 年度二氧化碳排放強度需減少 20%」為目標，積極擬訂二氧化碳等溫室氣體排出削減對策如下：

圖 4-2-8 中電公司溫室氣體排出削減對策



- (1) 電力供給面の對策： A. 非石化燃料等の擴大利用—核能發電的推廣、LNG 的擴大利用、水力的有效利用、新能源的引進與促進普及； B. 電力供應設備的效率提高—火力發電廠的熱效率提高、輸配電損失率的減低。
- (2) 電力使用面的對策： A. 促進負擔均一化—推廣根據電費制度制定高峰移動； B. 省能源：能源的有效利用、省能源活動的推廣。
- (3) 其他對策： A. 參與國際活動—參加煤炭基金、溫室效應氣體削減計畫的推廣、燃煤火力發電技術等的海外技術支援； B. 二氧化碳以外的溫室效應氣體的排放限制。

目前中電公司致力於將高效率與清潔性的燃煤火力發電低碳化轉化

為煤炭氣化複合發電（IGCC）的開發，於2009年7月與電源開發有限公司共同合資成立「大崎 COOLGEN 有限公司」，以 IGCC（吹氧式煤炭氣化複合發電, Integrated Coal Gasification Combined Cycle System with Oxygen-Blown Gasifier）的大型實證試驗為目的。2013 年開始於大崎發電廠內開始進行出力規模有 17 萬 kW 級的實證大型建設，作為 IGCC 加上燃料電池，藉以提高發電效率的技術之最終目標- IGFC（煤炭氣化燃料電池複合發電, Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle）研發階段之一部分，詳細實驗計畫如圖 4-2-9。

圖 4-2-9 中電公司 IGCC/IGFC 實驗計畫

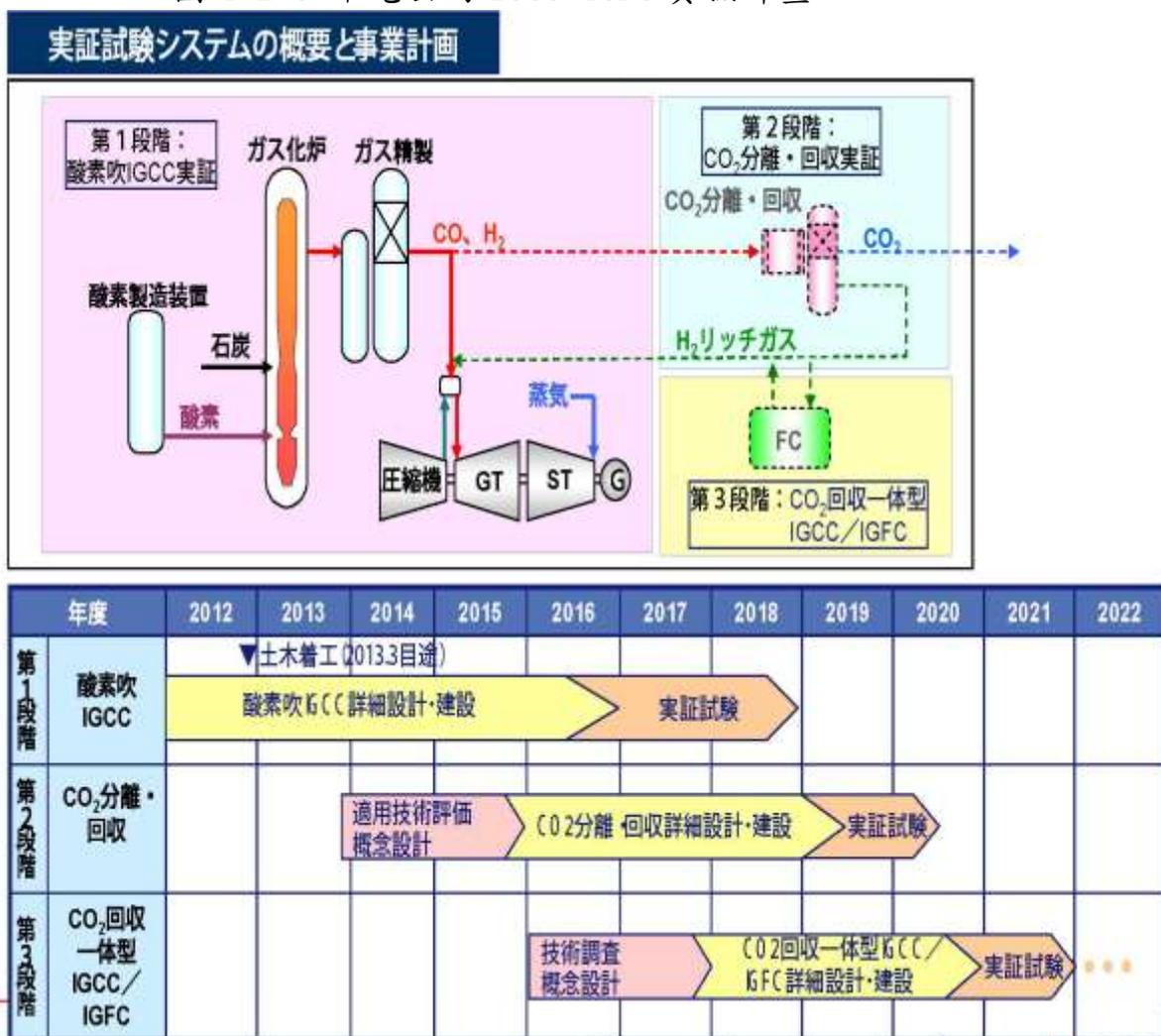


圖 4-2-10 中電公司 IGCC/IGFC 實驗計畫位置



其次，中電公司為提高發電效率及擴大利用天然氣，於 2009 年將水島發電廠之 1 號機，由原使用燃煤之汽力機組，除保留部分設備，餘採用天然氣發電方式，改建為 1400°C 三菱重工 M501F3 型複循環機組。並由原 125MW 之電力輸出，提高為 285MW，熱效率提昇達 12%，其二氧化碳之削減率達 6 成，一年可削減約 80 萬噸。其轉換流程如下圖。

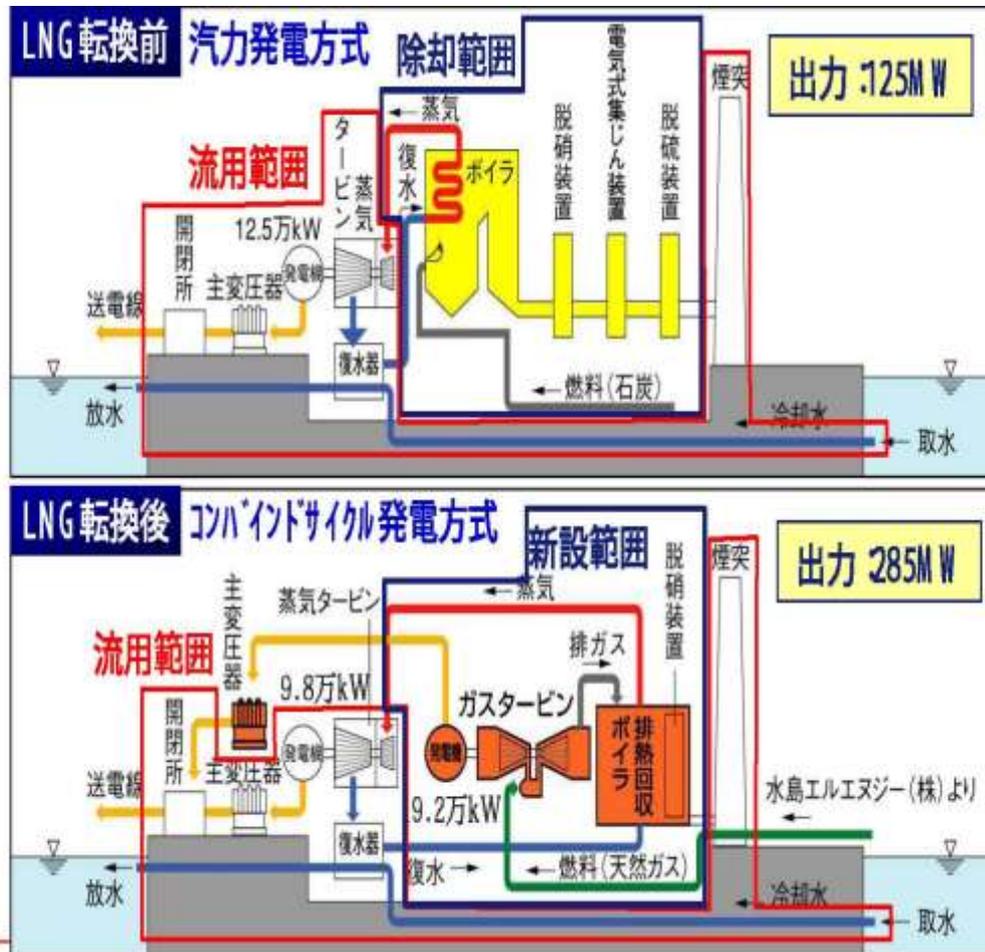


圖 4-2-11 中電公司水島電廠汽力機組轉換為 LNG 之流程圖

另一方面，2000 年中電公司於大崎(Osaki)電廠開始營運日本首次之加壓流動床複循環發電方式 (PFBC-Pressurized Fluidized Bed Combustion Combined Power Generation System)。大崎電廠 1-1 號機 250MW 之電力輸出，steam turbine 約佔 80%，gas turbine 約佔 20%。主燃料由煤與石灰石加水混合後，由泵浦打入爐膛燃燒，用於加熱飼水，高壓汽輪機主蒸汽來自兩個爐膛，爐膛置於壓力容器內部，除了製造蒸汽供汽輪機發電外，另將壓力容器所排放的高壓廢氣送往氣渦輪機產生電力，也是複循環發電之方式。主蒸汽做完功再回到爐膛加熱後推動中壓汽輪機及兩個低壓汽輪機，汽輪機之運作與傳統汽輪機相仿。該機組之熱效率高達 41.5%，且可在爐內脫硫。

(七) 結語

- (1) 很榮幸奉派參加日本中國電力公司第42屆觀摩團，在十天的行程中能一窺日本人之生活文化及初步瞭解中電公司概況，除增長個人見聞外，並見識各種經驗，獲益匪淺。這段期間受到中電公司相關人員體貼的照顧及親切的款待，對於中電公司各項行程之安排及參觀，及食宿、交通等的用心及禮遇均留下深刻印象。
- (2) 此次參訪參觀了三隅、柳井二座火力發電廠，覺得各電廠之規劃均非常完善，此外，電廠之景觀設計及清潔乾淨的環境、明亮的建築物與設備等，均顯示經營管理者的用心。
- (3) 燃煤電廠之更新擴建為超超臨界發電機組，建議應以高效率、低污染為選用之考量。
- (4) 電力事業淨煤污染物排放減量技術發展，以提高發電效率最有效，也是台電及國內外機組必然走向高效率超臨界鍋爐發展趨勢，建議應充分利用電研所建立之超臨界材質與水處理試驗設備，做計畫性之試驗，以提高發電效率、節省燃料費與減少污染排放。
- (5) 建議可考慮添加2-3%之生質燃料於部分燃煤機組之鍋爐進行混燒，以減少溫室氣體之產生，作為因應地球暖化對策之一。
- (6) 本公司汰舊換新之電廠可考慮如水島電廠之方式，保留部分堪用設備，改用更高效率如使用天然氣之combine cycle機組，以提高機組之效率，並降低溫室氣體排放。

三、2011.3.11東日本大地震核能電廠改善措施---李國鼎

(一) 目的

本公司與中電於民國55年締結雙方技術交流合約，約定每年互派人員觀摩研習，自民國95年起調整為隔年互派，除了增進兩公司的合作關係外，更藉以了解日本科技及營運水準的進展，作為雙方營運發展的參考。

本次訂定的個別觀摩主題為「2011.3.11東日本大震災(台灣簡稱311大地震)核能電廠改善措施」：

1. 日本核能管制單位要求事項:(提供中電我國原子能委員會要求事項為例)
 - 廠區電源全部喪失(全黑)事件。
 - 廠房/廠區水災事件及防海嘯能力。
 - 用過燃料池完整性及冷卻能力。
 - 熱移除及最終熱沉能力。
 - 事故處理程序與訓練。
 - 機組斷然處置程序之建立。
 - 一/二號機組相互支援。
 - 複合式災難事件。
 - 超過設計基準事故。
 - 設備/設施完備性及備品儲備。
 - 精進人力/組織運作及強化核能安全文化。
2. 核能電廠改善措施及改善情形:(為增進交流效果，請安排參訪島根電廠)
 - 免震重要棟：需多大面積，可容納多少人，設備，法規是否有標準？
 - 耐震2級 TSC，如何提升為耐震1級。
 - 應付SBO之額外電源車或相關設施，其是否平時停放於高程位置？
 - 海嘯牆：海堤或鋼筋水泥結構，標準為何？
 - 廠房那些重要設備需裝設水密門或僅需要擋水板？
 - NEI 06-12用過燃料池(或反應爐)之補水/灑水設施
 - 其他福島因應設施？
3. 9/14日本首相宣布新能源政策，電力業主未來如何因應？

並希望藉此機會觀摩中電核能部門在因應福島一號機事故耐震、防範海嘯的具體做法。

(二) 個別觀摩行程

表4-3-1：中電原子力分部(0.5天)及核能電廠個別觀摩行程(含往返程為期1.5天)

2012年10月17日		2012年10月18日	
時間	參訪項目內容	時間	參訪項目內容
09:00~12:30	中電電源事業本部原子力分部： 免震重要棟及海嘯牆設計	9:00~12:30	赴島根核電廠： 現場參觀及參訪項目討論
13:30~17:30	往程：島根核電廠 夜宿中電位於島根縣松江市員工招待所	13:30~17:30	返程： 島根核能電廠返回廣島中電總管理處

10月17日09:00，在中國電力電源事業本部原子力分部課長小川誓先生(相當於本公司經理職位。原子力分部，設於電源事業本部之下，負責中電核能發電管理、訓練、法規等業務，相當於本公司總處核能部門，位於廣島總部)及水口裕介先生及翻譯黃淑惠小姐陪同下在中電總部原子力分部討論，並分別安排高取孝次副長參與討論免震重要棟，河原和文先生參與討論海嘯防波堤議題。下午13:30在中電人材活性化部門井原英定先生及黃小姐陪同下搭乘快速巴士前往島根原子力發電所附近最大的市鎮 - 松江市前進，於當天傍晚入住中電位於松江市宍道湖畔的招待所(全中電目前僅剩3個招待所，提供員工及需由員工陪同才能入住)。

10月18日09:00出發前往島根電廠(員工08:50上班)，於途中接獲島根電廠來電通知同時國會議員將參訪島根電廠，將我們參訪行程與討論稍為延後以與該議員錯開，因此井原英定先生於途經島根電廠員工宿舍building稍作停留，遲延至09:50在島根電廠由島根原子力發電所本田広信副所長主持，山本直樹保修部長，渡部公一技術部課長，広兼修治保修部土木建築專任課長開始參訪與討論。由於時間緊迫，扣除中午用餐實際在現場參觀及討論時間不到2小時，因此在簡短互相介紹後，把握時間省去多餘客套直接依原訂觀摩主題詢問，並留約1hr現場參觀免震重要棟預定場址、G/T設施及海嘯牆等，即無法更進一步參訪其他廠房，最後於13:30離廠返回廣島中電總管理處。此時更能體會，出國前人資處告知歷年中電交流團成員，基於廣島市至「島根核能電廠」單程車程長達4小時，即使有完整2天個別觀摩行程，實際參訪時間所餘並不多，然若需參訪島根核能電廠需事先通知中電安排，並需在兼顧團進團出等國際禮儀下再斟酌實際能觀摩項目。職考量參訪機會

難得，實際參觀日本核能電廠定有實質意義，並考慮受限參訪時間，故於出國前先規劃好實習之優先順序，以盡可能從而獲得最大收益，也謝謝中電費心安排參訪，讓我備受感激。

(三) 島根核電廠簡介

在此先簡介島根核電廠，作為基本資料說明。中電核能電廠僅有1座島根核能電廠，共有3部機組(列表如下)，位於鹿島町(相當我國的鄉鎮)，島根半島北方臨日本海，距離鄰近松江市區約10公里左右。(另於上關地區規劃未來興建2部新機組)

表 4-3-2：島根核能電廠概要

	一號機	二號機	三號機
商業運轉	1974年3月29日	1989年2月10日	待政府同意即可裝填新燃料，完成試運轉測試約1年後商業運轉
發電量	460 MWe	820 MWe	1373 MWe
反應爐型式	BWR 3 Mark I (同福島第一1號機)	BWR 5 Mark I(改良型)	ABWR RCCV
燃料束數量	400	560	872
控制棒數量	97	137	205
主發電機輸出	18KV	15.5KV	22KV
廠外電力輸出	2條 220KV		2條 500KV

- 註：1) 1號機於2010年3月30日停機大修時，管制單位稽查發現過去有應檢修未檢修之項目需改進(中電目前已完成核安文化等改善)，其間又因福島核災要求壓力測試，受限政策不明朗至今未能啟動運轉。
- 2) 2號機2012年1月停機大修，同樣受限政策不明朗，大修完畢仍未獲准啟動運轉。
- 3) 3號機：與本公司龍門電廠同樣屬135萬級ABWR日立公司製造之反應爐，發電機及反應爐均日立製，2000年10月提出申請核子反應爐設置，2005年12月動土。目前填裝燃料前之全系統測試均已完成，並完成因應福島核災所採取之改善工程，包括防海嘯牆加高至15M、緊急海水泵加設圍牆、發電機等廠房及其內重要房間加裝水密門等，中電希望地方及中央政府能盡早同意填裝燃料試運轉。

(四) 研習內容

1. 日本核能管制單位要求事項：

如前所述本次個人觀摩項目實際僅有2個半天之時間(10月17日及18日上午)，本項目中電原子力分部告知可於公開網站查詢(日本核能管制單位有關要求)，將時間保留給其餘觀摩項目，因此依中電建議上網查閱日本內閣府日本原子力安全委員會(NSC)、日本經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)原子力安全・保安院(Nuclear and Industrial Safety Agency, NISA)，並參考我國原能會網站公開資訊，於本節整理日本核能管制單位要求事項。

『補充說明日本最高階原子力法規為原子力基本法，相當於我國之核子反應器設施管制法、輻射防護法、放射性物料管理法…等所有法條之綜合；其下為原子力安全規則，相當我國之施行細則部分；最低層為原子爐設施有關技術基準體系及技術基準，主要有電氣事業法、電氣事業法施行令及電氣事業法施行規則等各種技術基準省令。福島事故前，經濟產業省(METI)原子力安全・保安院(NISA)為日本國內各種能源設施與能源工業(包括核能)之管制單位，NISA主席為METI 大臣所指派擔任(福島事故後，日本政府已參照美國核能管制委員會之位階及獨立運作模式，將原子力安全保安院移出經濟產業省並提升層級整併至內閣府原子力安全委員會)。另外日本設有原子力委員會與原子力安全委員會，均隸屬於日本內閣府，原子力委員會負責起草日本原子力基本法，以執行包含日本原子力的研究、開發與利用。而日本原子力安全委員會(NSC)下設原子爐安全與核燃料安全二個專門審查會、緊急時應急對策調查與原子力安全基準等七個專門部會，主要係針對NISA 所提出之災害防止與技術能力方面之審查結果進行獨立審查，同時並定期審查NISA 所提出之工作報告與提出相關建議。』

整理福島事故後，日本原子力安全保安院相關要求：

(1)100.3.30原子力安全保安院緊急安全對策要求：

即使因海嘯而喪失所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能，亦必須有適當對策可避免爐心及用過燃料受損、防止放射性物質外釋，並恢復冷卻功能：

- 1) 實施緊急檢查：針對海嘯引發緊急狀況時所需機器設備，實施檢查。
- 2) 緊急應變計畫之檢查及訓練實施：緊急應變計畫內需假設喪失所有交流電源、海水冷卻功能、用過燃料池冷卻功能，並針對計畫內容進行

檢查及實施訓練。

- 3) 確保緊急電源：當喪失廠內電源、亦無法確保緊急電源時，必須確保可以移動式設備供給所需電力。
- 4) 確保緊急狀況下之最終熱移除功能：假定喪失海水系統或其功能，必須以移動式熱移除設備等方式恢復熱移除功能。
- 5) 確保緊急狀況下之用過燃料池冷卻：喪失用過燃料池冷卻及供水時，需以移動式設備供應冷卻水。
- 6) 針對各廠本身設計，實施必要之對策。

中電現況查證：立即執行以上所述安全對策，並向原子力安全保安院提出報告，原子力安全保安院約1個月內完成緊急安全對策實施狀況之確認。

(2)100.4.9有關緊急柴油發電機之相關措施要求：

即使於冷停機狀況下，亦需確保2部以上EDG「可用、且可與緊急電力系統連結」。

中電現況查證：已實施完成。

(3)100.4.15對外部電源的要求事項：

針對因地震等原因造成核電廠外電受影響之狀況，進行電力系統供電可靠度之分析及評估，並依結果檢討如何提升電廠之電力供應可靠度。

- 1) 由於提高外電可靠度需要時間，短期措施確保反應爐於停機狀況下，仍有兩台以上緊急柴油發電機可用(同前)。緊急柴油發電機容量及各機組互相間之電力融通(擁有兩部以上機組之電廠，將各機組之緊急柴油發電機互相跨接，以便在必要時向其他機組供電，藉以提高電源可靠度(已實施完畢)。配置電源車及水源車，其電源容量、注水容量必須足供冷卻功能所需。
- 2) 進一步提高可靠度之對策：為提高各機組供電可靠度，將所有送電回路分別與各機組連結，使其全數具備供電能力。針對吊掛送電線之電塔進行耐震、地基安定性等評估，並依評估結果進行必要補強。針對開關場等電氣設施，採行如室內化、防水工程等防海嘯對策。

中電現況查證：除所有外電連接至所有機組預定2012年底外，已實施完成。

(4)100.4.28對各核電廠耐震評估之指示(含6.6追加指示)：

原子力安全保安院基於原子力安全委員會要求：伴隨東北地方太平洋海域地震之發生，可觀測到巨大之地殼變動，並造成大範圍區域之應力變化。因此各業者應就其目前調查中之斷層、變位地形、線性構造等進行評估，考慮該等地形是否屬於應列入耐震設計考量之活動斷層。如於廠址周邊原本非屬地震頻發區域處發生地震，或於非耐震設計考量對象之斷層附近發生地震時，必須對該等地震進行評估。以上評估結果，如發現對廠區可能造成影響之斷層時，必須進行地震動評估。

中電現況查證：已於100.5.31完成。

(5)100.5.11有關緊急柴油發電機要求補充說明：

運轉規範中必須明訂，即使反應爐處於冷停機或更換燃料狀態，亦需保持2部以上之緊急發電設備可用。【我國原能會亦比照要求，要求本公司修改運轉規範。日本某些電廠每一機組擁有2部緊急柴油發電機（我國核電廠擁有共用之第5部），部分為3部，當緊急柴油發電機進行檢修，某些電廠可能無法保持2部可用則須增設緊急發電設備。因增設設備需相當時間，於設備之增設尚未完成之前，電廠需於運轉規範中增加附加條款，自其他機組之緊急柴油發電機進行跨接，或使用電源車供電。】

中電現況查證：島根電廠已完成。

(6)100.5.31對懸吊式高壓斷路器之火災防護措施指示：

核電廠業者確認其廠內是否裝設有懸吊式高壓斷路器。如裝有該型斷路器，則業者必須訂定計畫，於其下裝設耐震台架、或更換為高耐震性設備。

中電現況查證：已更換為抗震型斷路器斷電及加裝防震台架。

(7)100.6.7對外部電源可靠度實施之評估指示：

要求電力根據福島第一核電廠測得之地震數據，評估開關場等電氣設備因而發生倒塌、損傷，損及其功能之可能性。

中電現況查證：除所有外電連接至所有機組預定2012底完成外，其餘已完成。

(8)100.6.7對核電廠嚴重事故對應措施之指示：

1) 為確保控制室之作業環境，應考量緊急狀況下之輻射防護等事宜，故

需訂定計畫，確保即使喪失所有交流電源，仍能以電源車供電等方式維持控制室緊急通風設備（再循環系統）之運轉。

- 2) 為確保緊急狀況下之廠內通信，以維持各項作業之順暢執行，需訂定計畫，確保即使喪失所有交流電源，仍能維持廠內正常通訊。
- 3) 為確實執行緊急狀況下之工作人員輻射防護及劑量管理，需訂定計畫，使各電力公司可互相支援高劑量環境用防護服裝、個人劑量計等機材，且需完成組織整備，以應緊急狀況下接受劑量管制人員之擴充。
- 4) 為防止爐心損傷產生之氫爆導致設備損毀，需訂定計畫，以防止緊急狀況下產生之氫氣大量積存於反應器廠房等處。
- 5) 為確保緊急狀況下能快速執行相關廠區作業，需訂定計畫，配置如推土機之類重機具，以快速清除海嘯所造成之瓦礫。

中電現況查證：已完成，雜物清除設備並部署2台重機械鏟土機、2台輪式裝載機。

(9)101.2.16原子力安全保安院針對「廠外電源供應」、「廠內電源供應」、「冷卻能力及水源供應」、「因應圍阻體失效及氫氣爆炸之措施」、「通訊/指揮及儀控系統」等5類，共30項必須解決之技術發現(我國原能會已在核能安全總體檢要求)：

「廠外電源供應」

- 1) 提昇外電供應之可靠度，包括確認供應電源的不同線路(包括電網迴線及變電所)
- 2) 改善高壓變電所的耐震能力，包括使用氣體絕緣設備及高強度礙子
- 3) 改善開關場的耐震能力，包括將空氣吹弧斷路器(air-blast breaker, ABB) 昇級為氣體絕緣開關設備(Gas Insulated Switchgear, GIS)
- 4) 迅速回復外電供應之能力，包括準備設備、備品及手冊，安裝故障定位器

「廠內電源供應」

- 5) 廠內電力系統佈局的多樣化，包括強化電源供應及開關箱的冗餘性，確保廠內電源設備安裝位置的多樣性
- 6) 強化水密性，包括使用防水廠房/房間及排/洩水功能
- 7) 強化緊急交流電源供應的重覆性及多樣性，包括強化電力系統冷卻(水冷/氣冷等)方式的多樣性
- 8) 強化緊急直流電源的供應，包括依個廠特性確保電池組容量(必須確保

- 在未隔離負載之情形下電池組容量至少為8小時，在切離不必要的負載情形下電池組容量至少達24小時)
- 9) 在特定設備(如儀控系統)裝置額外專用的電源，包括特定重要儀控系統確保有專用電源供應，在現有及後備電源之外，另行準備充電系統及電池組
 - 10) 設置簡易之外部供電方式，包括由電源車供應至廠房外部介面的標準化，區隔為兩個(或兩個以上)供電位置及供應海水之措施
 - 11) 儲備電力系統之備品、零件，包括確保高壓開關箱、電源中心及電纜的備用零件，安裝備用設備，備妥移動式照明冷卻能力及水源供應
 - 12) 提昇事故之因應、決策能力，包括建立程序化之手冊，確保對事故判斷有助益之硬體(劑量計及面具)及軟體(操作手冊及藍圖)，海嘯預警系統的研究發展
 - 13) 冷卻系統的水密性及佈局的多樣化，包括使用防水廠房/泵室及排/洩水功能
 - 14) 強化事故後的最終熱沉，包括安裝移動式後備餘熱移除系統且/或氣冷式設備
 - 15) 改善隔離閥及SRV的操作及可靠度，包括確保移動式空壓機及直流電源，建立手動操作的措施
 - 16) 改善後備/替代注水能力，包括確保注水泵有高水頭，在反應器廠房外部安裝注水接頭
 - 17) 改善用過燃料池補水能力及冷卻之可靠度，包括確保冷卻及注水功能之冗餘性與多樣性(並且，研究確認有足夠的冷卻水量、非集中化儲放組態、氣冷設施及實施乾式儲存)
「因應圍阻體失效及氫氣爆炸之措施」
 - 18) 圍阻體熱移除功能的多樣化，包括在沒有交流電源、RHR及多樣化(如氣冷)圍阻體冷卻功能，採一次圍阻體噴灑(並可移除圍阻體內放射性物質)來確保額外的熱移除功能
 - 19) 避免一次圍阻體上頂部凸緣高溫失效的措施，包括檢查上頂部外部的冷卻
 - 20) 可靠的轉換至後備/替代低壓注水，包括在完全喪失電源下確保操作的程序書
 - 21) 改善一次圍阻體排氣之操作性及可靠度，包括安裝空壓機的電池及/或

- 設備以手動操作開啟排氣閥，檢查在旁通管線上有爆破盤的閘門
- 22)降低一次圍阻體排氣對大氣環境之影響，包括在排氣系統安裝放射性物質移除(過濾)設施
 - 23)確保一次圍阻體排氣管線之獨立性，包括將排氣系統與SGTS隔離，禁止機組間的排氣系統管線相連接
 - 24)避免氫氣爆炸，控制氣體濃度並適當外釋，包括控制氫氣外釋並安裝氫氣濃度偵測器通訊、指揮及儀控系統
 - 25)備妥/實施緊急應變中心(耐震重要棟)，包括確保電源，防範放射性物質進入，確保通訊能力，附近狀況的監視功能
 - 26)確保事故下的通訊功能，包括確保電源，安裝耐震之設施，主要通訊基地採取防範水災的對策，建立緊急應變的資訊系統及視訊會議系統並納入傳送網路系統
 - 27)確保事故下量測儀器之可靠度，包括確保電源，提供儀器專用的電池組、備用儀器及零件
 - 28)強化事故下機組狀態的監測功能，包括在一次圍阻體內採用監視攝影機，鼓勵擴展儀器規格監視範圍的研究發展
 - 29)強化事故下廠內環境監測能力，包括從緊急電源系統供應電力，監視系統安裝專用的電源
 - 30)建立緊急應變系統並實施訓練，包括確保備用零件，建立確保人力及對外召回之系統，在夜間及惡劣天候下訓練人員

中電現況查證：截至出國期間島根電廠仍進行改善計有：1及2號機海嘯牆(2013年)、所有外電連接至所有機組(2012年底)、免震重要棟(2014年)、緊急對策訓練(持續規劃執行)。優先完成2號機安全對策報告(按：東日本大地震發生時，1號機停機未獲准起動，及3號機興建中，故先執行2號機部分)。

原子力安全委員會(NSC)另外要求原子力安全保安院(NISA)因應福島事故對現有核電廠執行全面安全評估(相當我們核電廠PRA評估，但採取定論式評估事件樹的途徑，確認會導致嚴重燃料受損情境的事故序列)：應評估的事件包括1). 自然現象：地震及海嘯；2). 喪失安全功能：喪失所有交流電源及喪失最終熱沉。核電廠營運者將依事件樹指出特定事件的發展過程及事件樹各階段，營運者應考量能用於各階段預防導致嚴重燃料受損的措施，並提出各措施的可實現性及限制，包括對任何瀕危效應(類似歐盟壓力測試術語)的因應，以及由深度防禦觀點說明其有效性獲得清楚明確的評估。

2. 島根電廠改善措施及改善情形：

(1)免震重要棟：

中電說明島根電廠免震重要棟係依財團法人日本電氣協會原子力規格委員會之“原子力發電所緊急時對策所の設計指針，JEAG 4627 - 2010”+因應福島一廠事故所揭露資訊進行規劃與設計，標高海拔40M，已開始整地(如圖4-3-1)，預定平成26年度(2014)完成。(該設計指針應可於我國國立中央圖書館查得，中電基於福島一廠事故後尚未更新，及日本政府至今也無法規要求，建議僅供參考)

圖4-3-1 島根核能電廠免震重要棟示意圖



茲整理島根電廠免震重要棟主要設計數據如下：

- 1)建地面積1,720.07M²，地上3階，使用面積4,854.21M²，規劃平常12人使用，7人夜宿隔間(拆除隔間夜宿可容納50人)，緊急時中電可動員人力150人(不含支援人力)、全棟可容納300人。
- 2)飲用/生活水及燃料5天(參考福島一廠事故3~4天，專用電源設備および燃料タンク，飲料水タンク)。
- 3)放射性物質を低減する空調設備(參考福島一廠事故揭露資訊)。
- 4)除染室等の放射線管理設備：改善福島緊急時對策所單一出入口輻射污染經驗回饋，分別置有人員與設備進出之不同出入口。
- 5)対策要員の収容スペース、要員の長期滞在を考慮した休憩室・仮眠室：詳前述。
- 6)免震構造：耐震要求為日本建築法規要求1.5倍，中電說明福島一廠事故揭露資訊福島緊急時對策所並未受損，發揮功用，並不屬於也無參照美國Seismic Category I進行設計。

(2)TSC是否提升為耐震1級：

島根電廠說明，該廠TSC並沒有提升規劃，其重申福島一廠事故揭露資訊，地震並未造成TSC受損，且該廠於海拔40M高程設置免震重要棟，緊急時可替代TSC功能。

(3)應付SBO之額外電源車或相關設施，是否平時停放於高程位置：

島根電廠說明，#1設計2台EDG、 #2設計3台ED/G、#3設計3台ED/G，並去年於40M高程處新增2台西門子製14,000KVA(1台可供應3部機1串Shut down cooling) 氣冷式緊急輕柴油發電機(G/T)及油槽，可供7天運轉所需。另於15M高程(同海嘯牆高程)備有500KVA電源車3台(可機動移動，緊急時亦將移往更高程停放)，再於去年12月追加500KVA電源車1台及1,000KVA電源車1台提供3部機緊急電源，於全系統交流電喪失仍能維持運轉所需電源。

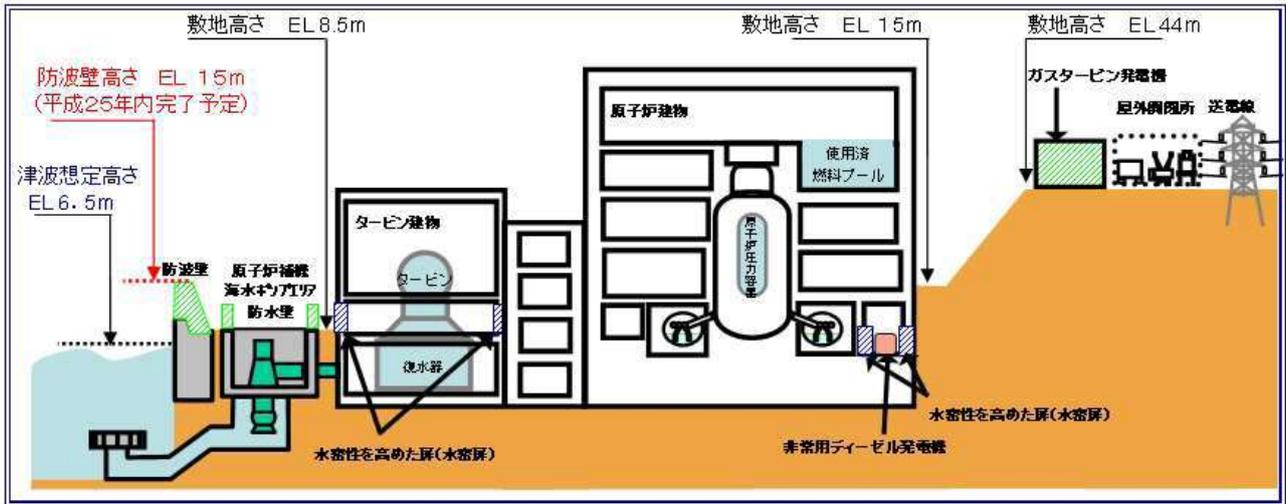
圖4-3-2 島根核能電廠新增2台西門子製14,000KVA G/T(40M高程)



(4)海嘯牆：

中電說明島根電廠海嘯牆係依“港灣の施設の技術上の基準・同解説，H19.7”（社團法人日本港灣協會發行，日本交通省港灣局監修）進行規劃與設計，標高海拔15M可耐至少3倍靜水壓、2.2倍波水壓，600gal地震強度（圖4-4-3為已完工3号機北側エリアでは，直径51mmの鉄筋や，防波壁本体を岩盤と一体化させるためのグラウンドアンカーの採用などにより，防波壁をより強固な構造とするための工事を実施しています）。

圖4-3-3 島根核能電廠海嘯牆



島根電廠3部機組地面高程8.5m，基於日本福島第一核電廠此次遭到15M 高的海嘯襲擊，較日本土木學會所評估之5.5M 超出9.5M，因此日本電力公司依土木學會的評估值，再加9.5M（且訂定海嘯牆上限15M）做為基準。目前3號機已完成海嘯牆（離海至少約有3公尺距離，正常時不受海浪波及），1及2號機正在施工，預定平成25年(2013)內可完工。

(5)廠房那些重要設備需裝設水密門或僅需要擋水板：

1)緊急海水泵：島根電廠3部機組皆完成加建防水牆，及採購海水泵備品。

圖4-3-4 島根#3緊急海水泵防水設備



2)水密門：海拔15m以下採用浸水防止水密門設計。1号機廠房約7個、2及3号各約30個。

圖4-3-5 島根電廠#1#2#3廠房水密門示意圖



3)屋外電氣設備（變壓器）設置(海拔15M以下)：已完成，2及3号機設置。

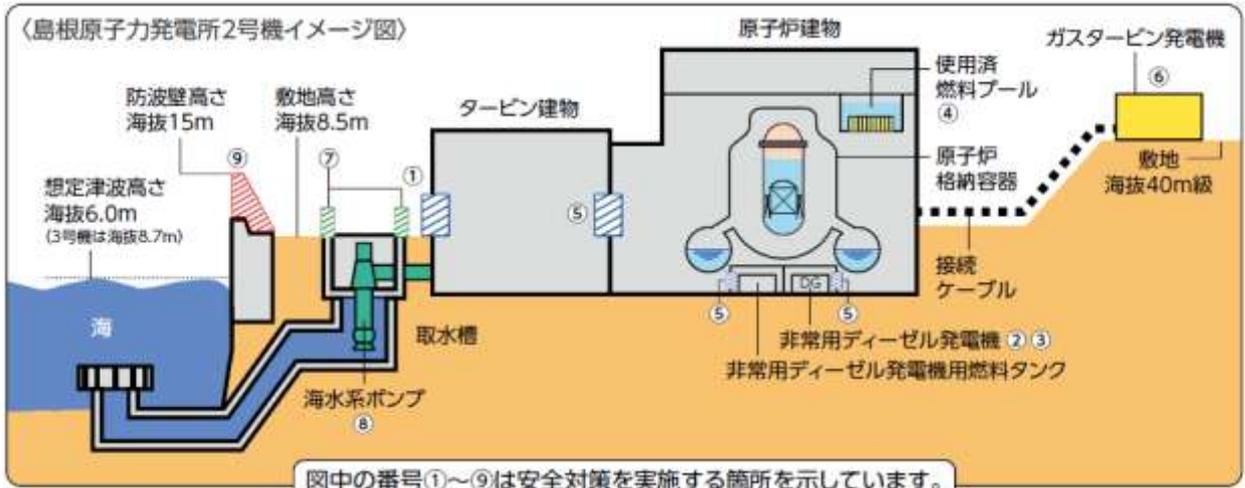
4)雜物清除設備：部署2台重機械鏟土機(怪手)、2台輪式裝載機(小山貓)。

(6)NEI 06-12用過燃料池(或反應爐)之補水/灑水設施：

島根說明NEI 06-12之用過燃料池(或反應爐)之補水/灑水設施，該廠已採行；進一步詢問有關NEI 06-12之100碼距離設置要求，島根回答無採行，受限行程限制，無進一步討論。

(7)其他福島因應設施：

島根電廠安全對策簡圖如下圖(圖4-3-6島根原子力發電所2号機イメージ)

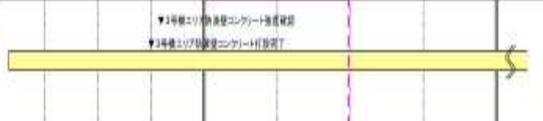
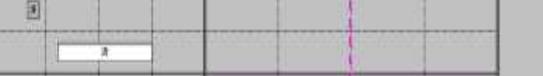
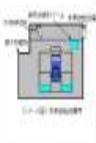
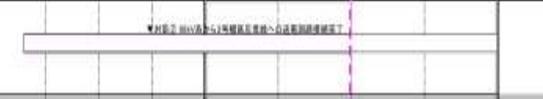
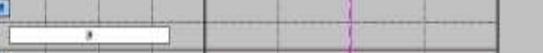
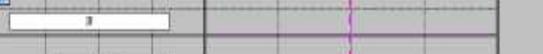
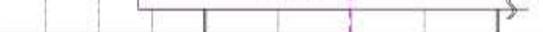


截至出國期間島根電廠仍進行改善計有：1及2號機海嘯牆(2013年)、所有外電連接至所有機組(2012年底)、免震重要棟(2014年)、緊急對策訓練(持續規劃執行)。餘皆已完成，詳下表：

島根原子力発電所 安全対策等の実施状況

平成24年9月末現在

項目	イメージ図	号機	実施状況	平成23年度				平成24年度				平成25年度以降
				第1四半期 (4月～6月)	第2四半期 (7月～9月)	第3四半期 (10月～12月)	第4四半期 (1月～3月)	第1四半期 (4月～6月)	第2四半期 (7月～9月)	第3四半期 (10月～12月)	第4四半期 (1月～3月)	
<p>凡例: 緊急安全対策 (Blue), 重要な信頼性向上対策 (Yellow), その他の安全対策等 (White)</p>												
1 電源を確保する対策 (原子炉や使用済燃料プールの冷却に必要な電源の電源を確保します)	(1) 建物の浸水防止対策		1号機 平成23年4月完了(出入口扉等への防水対策) 平成24年1月完了(浸水防止扉への設置等) 2号機 平成23年4月完了(出入口扉等への防水対策) 平成24年1月完了(浸水防止扉への設置等) 3号機 平成23年12月完了	済	済	済	済					
	(2) 高圧発電機等の設備		1,2号機 平成23年4月完了 1号機は600V級高圧発電機を確保 3号機 平成23年12月完了	済								
	(3) 発電機の燃料補給設備(タンクローリー設備等)		1,2号機 平成23年4月完了 3号機 平成23年12月完了(燃料補給再開後)	済								
	(4) 緊急用発電機(ガスタービン発電機)の整備		1,2,3号機 平成23年12月完了	済								
2 原子炉・使用済燃料プールを冷却する対策 (原子炉や燃料プールを冷却するために必要な燃料を確保し、放射性物質の放出を防ぎます)	(1) 消防ポンプ車の追加配備		1,2,3号機 平成23年4月完了(1,2号機用の配備) 平成23年12月完了(1,2,3号機共通の消防設備)	済	済							
	(2) 使用済燃料プールの冷却設備強化(圧入ライン設備等)		1,2号機 平成23年4月完了 3号機 平成23年12月完了	済								
	(3) 原子炉格納容器「ベント」用吸排材(吸着ガスポンプ等)の配備		1,2号機 平成23年4月完了 3号機 平成23年12月完了	済								
	(4) 海水系ポンプエリアの浸水防止対策(防水壁等の整備)		1号機 平成23年7月完了(防水壁の設置) 2号機 平成24年1月完了(防水壁の設置) 3号機 平成23年12月完了(防水壁の設置)	済								
	(5) 原子炉格納容器海水ポンプ電動機の手続き整備		1号機 平成23年10月完了 2号機 平成23年4月完了 3号機 平成23年11月完了	済	済							
	(6) 海水系ポンプ化設備の移動式ディーゼル駆動ポンプの整備		1,2,3号機 平成24年1月完了	済								
	(7) 移動式消防ポンプの整備		1,2,3号機 平成23年11月完了	済								

3. 敷地内への浸水を防ぐ対策	防壁等の強化(高さ15mに引き上げ)		1.2.2号 平成25年内完了予定	 <p>▼1号機より(防壁壁面コンクリート)掘削開始 ▼2号機より(防壁壁面コンクリート)打設完了</p>
4. 原子炉が重大な損傷を受けた場合の対策 (原子炉が重大な損傷を受けた場合においても、迅速に事故の収束に向けた対応を行うための対策です)	(1)中央制御室の作業環境の確保(高圧発電機車の追加配備)		1.2.3号 平成23年4月完了(1号機運転開始)	
	(2)緊急時ににおける発電所構内通信手段の確保(無線通話装置(乾電池式)等の配備等)		1.2.4号 平成23年4月完了 3号機 平成23年12月完了	
	(3)高線量対応防護服等の資機材の確保(放射線管理の体制整備)		1.2.2号(既設)	
	(4)原子炉建物 waters 強固化対策(天井開口封鎖、水素放出設備等の設置)		1.2.2号 平成23年6月完了(天井開口の遮蔽対策) 1.2.2号 平成23年4月完了 水素放出設備の設置、水素検知機の設置 3号機 平成23年4月完了 水素放出設備の設置、水素検知機の設置	
	(5)おれおれ五期(5期)の稼働の確保(当社社員が運転操作可能とするための研修整備)		1.2.2.5号 高線量作業員(5期)の研修 平成23年11月完了(1号機運転開始) 平成23年11月完了(2号機運転開始) 平成23年11月完了(3号機運転開始) 平成23年11月完了(4号機運転開始) 平成23年11月完了(5号機運転開始) 平成23年11月完了(6号機運転開始) 平成23年11月完了(7号機運転開始) 平成23年11月完了(8号機運転開始) 平成23年11月完了(9号機運転開始) 平成23年11月完了(10号機運転開始)	
5. 外部電源の信頼性確保 (高電圧側からの電源供給の信頼性を高めるための対策です)	(1)送電線路の全線維持		1.2.2.5号 平成24年度内完了予定	
	(2)送電線路の信頼性強化(送電線路の基礎安定性等の整備)		1.2.2.5号 平成24年2月完了	
	(3)重要設備(重要機)への防水設備(4号機は機器15m以下に設置設備がないため対策不要)		2号機 平成24年4月完了 3号機 平成23年12月完了	
6. その他の対策	(1)緊急時に必要となる資機材・設備の確保		1.2.2号 平成23年4月完了(1号機の子子伊豆製機に導入した送電機等) 3号機 平成24年1月完了	
	(2)緊急時対応手段の確保(緊急時対応訓練の実施)		1.2.2号 平成23年4月完了(1号機運転開始) 3号機 平成24年7月完了(4号機運転開始)	
	(3)3号機機外タンクへの雨水貯留装置(1.2号機は屋外タンクが高さ15m以上にあることから対策不要)		3号機 平成24年1月完了	
	(4)免震重要機(燃料)の設置		1.2.2号(既設)	

3. 9/14日本首相宣布新能源政策，電力業主未來如何因應？

今年9月14日，日本野田內閣宣布將於2040年前，階段性完成全面廢核的目標。9月19日產經大臣枝野幸男表示，逐步廢核的政策將更加「彈性處理」。其中，至少有三座建設中的核電廠不在凍核範圍內，同時，現有設備的更新與延壽也不受廢核政策的限制。其餘計畫，也可在與地方協調後繼續建設。但其餘未開工的建案則應即刻終止，未來也不再核發建設執照。

對此政策中電未來經營方向：核能發電仍是該公司重要課題， 荻田社長並回應政府減核政策之立場，除表示遺憾外，並希望日本政府維持之前核能政策，現今政府仍在檢討與修正，也尚未定案，中電除靜待並積極應對，未來人民選擇及選舉後政府皆是可能變數，這期間中電將盡

最大努力爭取民眾支持，支持政府節電行動並管控成本，推動核能之方向，目前中電仍不放棄及改變。

茲附上荊田知英社長公開立場：

『 「革新的エネルギー・環境戦略」について

国際的な資源獲得競争の激化が想定される中，エネルギー資源に乏しい我が国においては，将来にわたり安定供給，環境保全および経済性を達成できるエネルギー戦略が切に求められているにもかかわらず，様々な課題や懸念について十分に検証することなく，我が国の将来に禍根を残しかねない政策が決定されたことは，極めて遺憾です。

経済界をはじめとして広く懸念が示されているとおり，本戦略が実施された場合には，電気料金をはじめとする光熱費の上昇，産業空洞化の加速，国内雇用の減退など，我が国の経済・社会全般にわたって甚大な影響をおよぼすことは必至であり，また，省エネルギーや再生可能エネルギー導入目標の実現可能性についても疑問を感じざるを得ません。

政府は，本戦略について不断の検証・見直しを行っていくこととしており，当社としては，先送りされた課題への国による取り組みを冷静に見極めながら対応したいと考えています。原子力発電については，安全性に対し多くの方が不安を感じておられるという現状を改めて真摯に受け止め，引き続き安全対策を徹底し，原子力発電が重要な電源の一つとして信頼いただけるよう努めてまいる所存です。』

4. 有關壓力容器檢查(如RHR Hx、S/G Generator、tank)，島根之情形：

島根電廠說明，該電廠與我國不同。（按：日本核能電廠由獨立行政法人原子力安全基盤機構（Japan Nuclear Energy Safety Organization，JNES）負責檢查）

(五)結語

此次能夠參加觀摩實習，首要感謝各級長官賜予這個難得的機會，也感謝人事處同仁與長官的安排及連絡，尤其所有團員均無類似經驗，事事都要仰賴人事處主辦同仁的辛勞安排、連絡與服務，也有無法言喻的感激。此外，中電人員對此次參訪行程安排，非常細心，不管是簡報、參訪觀摩時程、住

宿、翻譯，甚至是旅遊的安排，都是非常仔細與熱誠，使我們的行程進行順暢。由於團長的指揮得當，及全體團員遵守紀律、重視倫理得以圓滿完成任務，更使自己獲得第1次參訪日本核電廠經驗，也順利完成了一次國民外交之旅，期望此行之心得能對公司有些微幫助，不負長官推薦美意。

個人實習期間，承蒙「中電人材活性化部門」安排翻譯黃小姐與中電電源事業本部原子力分部及島根核能電廠的全力協助，惜因見習日數過短，無法實際進行完整討論及觀摩，感謝中電提供有用之資訊得以研讀，雖有語言及文字上的障礙，但並未阻礙彼此專業的交流。此行誠如 總經理行前的指示，除了赴日本中國電力株式會社觀摩學習外，亦目睹了日本的風俗民情，深深感覺到日本人守法的精神以及禮儀之邦的風範，文化之細膩與精緻也值得尊重與學習，獲益良多，對個人往後的待人處事有很大的助益。確實不虛此行。

(六)參考資料：

1. Chugoku Electric Today，Energia，2011-2012。
2. 安全の確保，Energia，2012.09。
3. 島根原子力発電所の安全対策，中國電力株式會社，2012。
4. 福島第一発電所事故を踏まえた島根原子力発電所の対応状況について，Energia，平成24年10月1日。
5. 島根原子力発電所2号機 安全対策の実施状況，Energia，平成24年8月10日。
6. 國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告，行政院原子能委員會，101年8月。
7. 赴日本研習核能電廠稽查管制技術，行政院原子能委員會李綺思、張國榮，100年1月10日。
8. 第37~41屆赴日本中國電力公司觀摩報告，台灣電力股份有限公司。
9. 技術參訪日本中國電力島根核能電廠，李清河等5人，98年11月30日。
10. Energia中國電力株式會社網站<http://www.energia.co.jp/>。
11. 行政院原子能委員會網站<http://www.aec.gov.tw/www/>。

三、降低投資成本下輸變電系統規劃、智慧電網應用及再生能源併網—黃張鴻

(一) 目的

本公司99年2月院核之七輸計畫，執行期程自99年1月至104年12月止，共計6年。依據經建會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊(95年版)」規定，須提出整體計畫之經濟效益評估資料。考量公司經營現況困難，未來電網擴充工程預算緊澀，如何兼顧整體系統需求及有限預算管控下檢討輸變電計畫為一重要課題，故為減少輸變電計畫投資，乃趁此機會做為觀摩主題，希望中電能提供其作法與經驗供本公司參考。

另智慧型電網(Smart Grid)為近年來先進電業發展之趨勢，由於各區域電力發展的重點因系統需求而有所不同，如北美地區以智慧型電錶與提高輸電能力為主；日本以因應未來日本政府推動再生能源政策，屆時智慧型電網將如何面對再生能源大量增加(特別是太陽光電)的挑戰及電力系統運轉形成之衝擊，這些實際運用經驗及資料亦為本公司需預為準備及探討之課題。

(二) 觀摩研習項目

第一天(10/17)上午在總社1號館 8 樓應接會議室安排討論輸變電規劃及特高壓大用戶線路費用分擔議題，下午在小町會議室安排討論日本中電智慧電網(Smart Grid)應用。

第二天(10/18)先於總社大樓8 樓應接會議室討論再生能源併網議題，隨後安排實地現場觀摩目前中電最大之福山太陽光電發電所，中電安排之觀摩研習項目(詳如表4-4-1)。

表4-4-1：中電個別觀摩行程 (來源：日本中國電力公司)

團員	テーマ	日時	觀察内容	会場	対応箇所	対応・説明者
黃張鴻先生	1. 投資コストを抑えた送電計画の作成方法 2. スマートグリッドの応用と効果 3. 再生可能エネルギーを送電網へ取り込む際の条件と衝撃の検討方法	10/17 (水)	(AM) ○送電計画作成の概ねほか ○超高压使用顧客の電線建設コストの分担方法 (PM) ○スマートグリッド一般 ○スマートグリッド実証試験について	(AM) 1号館 8F応接1 (PM) 小町クラブ 小会議室	流通事業本部(計画担当) お客さまサービス本部(営業運営担当) 経営企画部門(技術企画) エネルギー総合研究所(系統・情報通信)	丸尾副長 大林係長 一瀬副長 城上担当 岩見副長 石川 郎
		10/18 (木)	(終日) ○再エネ連系、福山太陽光概要ほか ○福山太陽光地現地視察	福山太陽光発電所	流通事業本部(計画担当) 流通事業本部(計画担当) (発電担当)	丸尾副長 大林係長 丸尾副長 大林係長 庄野専任課長

(三) 研習內容

1. 降低投資成本下輸變電計畫規劃：

時間地點：10月17日上午中國電力總社1號館8樓應接會議室

參與單位與人員：

流通事業本部(計畫担当)副長 丸尾 和也。

流通事業本部(計畫担当)專任係長 大林 隆之

(1) 輸變電計畫規劃：

1) 中電係參考電力系統利用協議會訂定之「電力系統利用協議會ルール」作為系統規劃之準則，電力系統利用協議會(Electric Power System Council of Japan)為一社團法人，成員包括一般電氣事業者(日本10大電力公司)，特定規模電氣事業者、卸電氣事業者(批發)・自家發電設置者及中立者(學者)，負責規則制定(如系統運用規則)、紛爭解決、系統情報公開等業務。反觀本公司系統規劃所依據之輸變電規劃準則並非由電業主管單位統一訂定。正當本公司電價無法合理反映及財務吃緊之際，建議電業主管單位參考國外美日經驗，成立專責單位負責規則制定電力系統可靠度準則，俾作為投資輸變電計畫之依據。

2) 中電投資計畫之規劃考量因素：

- 是否採大規模之增強工程(如新建變電所)或採取階段性之增強計畫?
- 是否以設備更新計畫考慮?
- 是否計畫符合最終容量?
- 系統可靠度評估檢討項目包括既有設備之利用最大化、掌握設備供應能力、故障電流短路容量、維持系統穩定度及合理電壓。

3) 中電投資計畫之選擇考量因素：

- 經濟性如何?
- 輸電損失是否納入考量?
- 施工是否有困難問題?
- 系統運轉是否有問題?
- 維護是否有問題?

4) 經濟效益評估：

一擴充計畫不僅需要較大投資金額外，且對系統有長期影響，故有必要作一經濟評估。針對不同方案之竣工時期、不同新增設備、不同加強時段作一整體經濟方案比較。中電舉一擴建工程方案如表4-4-2：

A案：先增設110/6/22kV配電變壓器一台，並增設6kV 配電線3回線，未來5年後再增設6kV 配電線1回線。

B案：由既設110/6/22kV配電變壓器(Tr)3次側22kV配電線引出，增設配電塔並新設22kV 配電線3回線，未來5年後再增設110/6/22kV配電變壓器(Tr)一組並增設6kV配電線1回線。

表4-4-2：中電投資計畫交替方案分析（來源：日本中國電力公司）

■ A案：配電Trを増設(配電線3回線引出)し5年後に配電線を1回線増設。
 ■ B案：既設Trの3次から22kV配電線を引出し、配電塔を新設(配電線3回線引出)し5年後に配電Trを増設(配電線1回線引出)

	A案			B案		
工事概要図						
増強費用	変電・送電	配電		変電・送電	配電	
	初年度	Tr増設: 130	配電線新設: 250	初年度	配電塔新設他: 280	配電線新設: 5
	5年後		配電線増設: 100	5年度	Tr増設: 120	配電線増設: 100
総工事額	480			505		
金利	4%/年					
年経費率	変電・送電			10%/年		
	配電			15%/年		
経済比較年数	20年					

本改善工程如只考慮工程投資費用，A 案約480，B 案為505，方案比較看起來A 案較經濟。

5)但如納入20 年營運期設備維持費用（表4-4-3），考量之年利率、折舊、運維費等，並將每年發生費用折回現值，則A 案為823，B 案為637，B 案反而可節省186，本交替方案比較結果選擇B 案。

6)中電僅對單一專案計畫作交替方案作經濟效益評估，並無類似本公司對包裹式的輸變電計畫做整體財務效益評估如淨現值及回收年限。

表4-4-3：考慮20年營運期之運維費用之工程效益評估模式

原方案 僅考慮投資費	A 案經費評估： 工事費:480	B 案經費評估： 總工事費:505
---------------	---------------------	----------------------

考慮20年營運期之運維等費用	1. 初期改善工程年投資費用： $A1 = 130 \times 10\% + 250 \times 15\% = 50.5$	1. 初期改善工程年投資費用： $B1 = 280 \times 10\% + 5 \times 15\% = 28.75$
	$SA1 = 50.5 \sum_{x=1}^{20} \frac{1}{(1+4\%)^x} = 686$	$SA1 = 28.75 \sum_{x=1}^{20} \frac{1}{(1+4\%)^x} = 390$
	2. 五年後改善工程年投資費用： $A2 = 100 \times 15\% = 15$	2. 五年後改善工程年投資費用： $B2 = 120 \times 10\% + 100 \times 15\% = 27$
	$SA2 = 15 \sum_{x=6}^{20} \frac{1}{(1+4\%)^x} = 137$	$SA2 = 27 \sum_{x=6}^{20} \frac{1}{(1+4\%)^x} = 247$
	總費用：SA=686+137=823	總費用：SB=390+247=637

2. 特高壓用戶線路費用分擔：

時間地點：10月17日上午中國電力總社1號館8樓應接會議室

參與單位與人員：

お客さまサービス本部(営業運営担当)副長 一瀬 昌宏

お客さまサービス本部(営業運営担当) 城上 孝文。

(1) 特高壓用戶線路費用分擔作法：

中電對不同電壓等級及不同契約電力用戶設計不同收費標準(如表4-4-4)。另中電以一用戶線計收費用案例詳細說明如下：

表4-4-4：特高壓用戶線路計收費用 (來源：日本中國電力公司)

特別高圧で供給する場合			当社負担額
こう長 100mあたりの工事費 (増加する契約電力 1kWにつき)			
【架空配電設備】	標準電圧 20kV	525 円 00 銭	増加する契約電力 1kWにつき 5,250 円 00 銭
	標準電圧 60kV	168 円 00 銭	
	標準電圧 100kV	105 円 00 銭	
【地中配電設備】	標準電圧 20kV	630 円 00 銭	
	標準電圧 60kV	514 円 50 銭	
	標準電圧 100kV	304 円 50 銭	

1) 超高壓200kV専用供給設備由用戶全額負擔。

2) 特高壓100kV、60kV、22kV中依表計費。

(案例：大用戶新設100kV、架空線長度12km、契約電力15,000kW)

$$\begin{aligned}\text{用戶負擔金} &= 105\text{円} * (12\text{kM}/100\text{m}) * 15,000\text{kW} - (5250\text{円} * 15,000\text{kW}) \\ &= 110,250,000\text{円}\end{aligned}$$

- (2) 中電對不同電壓等級及不同契約電力用戶設計不同收費標準，反觀本公司對特高壓大用戶五千公尺免收線補費之規定應適時調整，必要時可參考國外作法。

3. 中電智慧電網應用：

時間地點：10月17 日下午中國電力小町會議室

參與單位與人員：

経営企画部門(技術企画担当)副長 岩見 紀征

エネルギー総合研究所 マネージャー 石川 文雄。

(1) 智慧型電網：

- 1) 智慧型電網是一個能整合所有連結在電網上的使用者，以能有效提供永續經濟、安全電力的電網。
- 2) 由於各區域電力發展的重點因系統需求而有所不同，如北美地區以智慧型電錶與提高輸電能力為主；日本以因應未來日本政府推動再生能源政策，屆時智慧型電網將如何面對再生能源大量增加的挑戰及電力系統運轉形成之衝擊。

(2) 大量再生能源(太陽光電)導入時之課題：

日本政府宣布在2020 年太陽光電的裝置容量目標為2800 萬仟瓦（如附圖4-4-1），屆時將對系統運轉形成巨大挑戰，如造成電力過剩及系統頻率擾動等問題，未來智慧電網Smart grid亦將面對再生能源大量增加(特別是太陽光電)之挑戰課題如下：

1) 發生過剩電力：

當較輕負載需求時間，太陽光發電出力大量增加，此時基載電力如核能、水火力維持最低出力時，將發生過剩電力。

對策：減緩過剩電力發生之太陽光發電出力控制、創造出新的電力需求負載。

2) 系統頻率擾動及調整力不足：

當太陽光發電大量擴大導入時，太陽光發電出力受天後影響變動甚大，以往火力發電機出力微調能力將可能不足。

對策：設置電力系統儲能設備、可變速的抽蓄機組。

3) 配電系統電壓上昇。

當太陽光發電出力增加，配電系統可能發生逆送潮流，進而造成饋線電壓上昇。

對策:設置桿上變壓器電壓調整設備。

4) 防止單獨運轉之孤島效益。

當系統發生落雷等事故時，電力系統即切斷供電，惟太陽光發電出力仍持續單獨運轉，此時將發生公眾及作業人員感電、機器損壞及影響消防作業。

對策:設置防止單獨運轉功能保護設備。

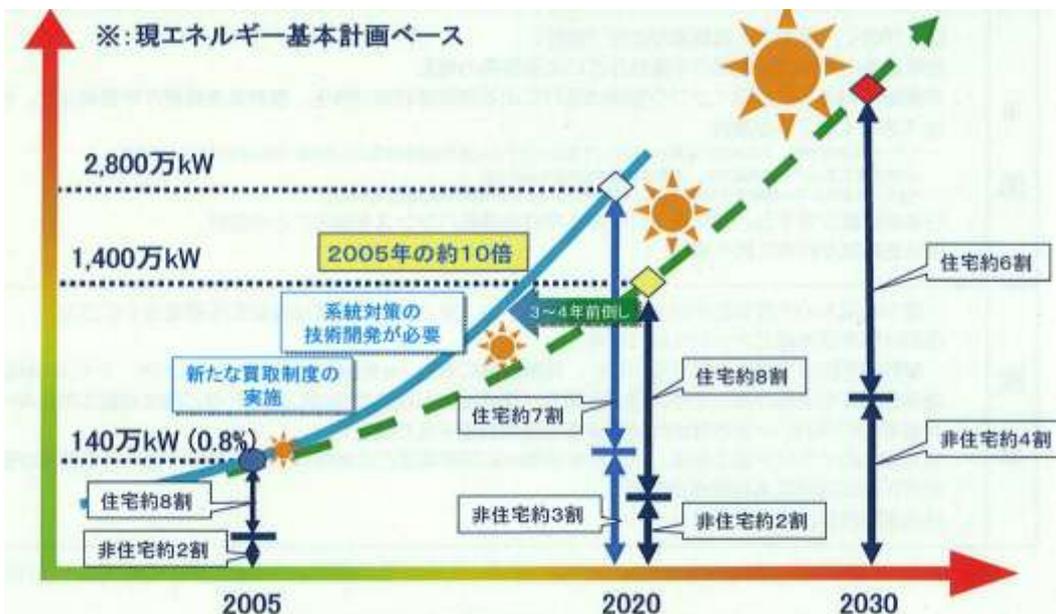


圖4-4-1：日本太陽光發電導入目標 (來源：日本中國電力公司)

(3) 日本智慧型電網相關整合試驗計畫：

- 1) 分散型新能源太陽光發電大量導入之穩定對策。日本中國地方進行太陽光電資料收集。
- 2) 太陽光發電出力預測技術開發實証。
- 3) 次世代送配電系統最適控制技術實証。
- 4) 次世代型雙方向通信技術實証。
- 5) 離島微電網(Micro Grid)實証。
- 6) 次世代能源在社會系統實証，如橫濱市、豐田市、北九州市之應用實驗。
- 7) 智慧電表導入實証試驗

4. 再生能源(太陽光電)併網：

時間地點：10月18日上午中國電力本社8樓西應接會議室及福山太陽光電發電所

參與單位與人員：

流通事業本部(計畫担当)副長 丸尾 和也。

流通事業本部(計畫担当)專任係長 大林 隆之。

流通事業本部(發電担当)專任課長 庄野 弘高 様

(1) 日本再生能源併網現況：

迄至2011年，日本中國電力再生能源對太陽光電電力購入件數計96,400件，合計容量共393MW。對風力電力購入容量合計共300MW。

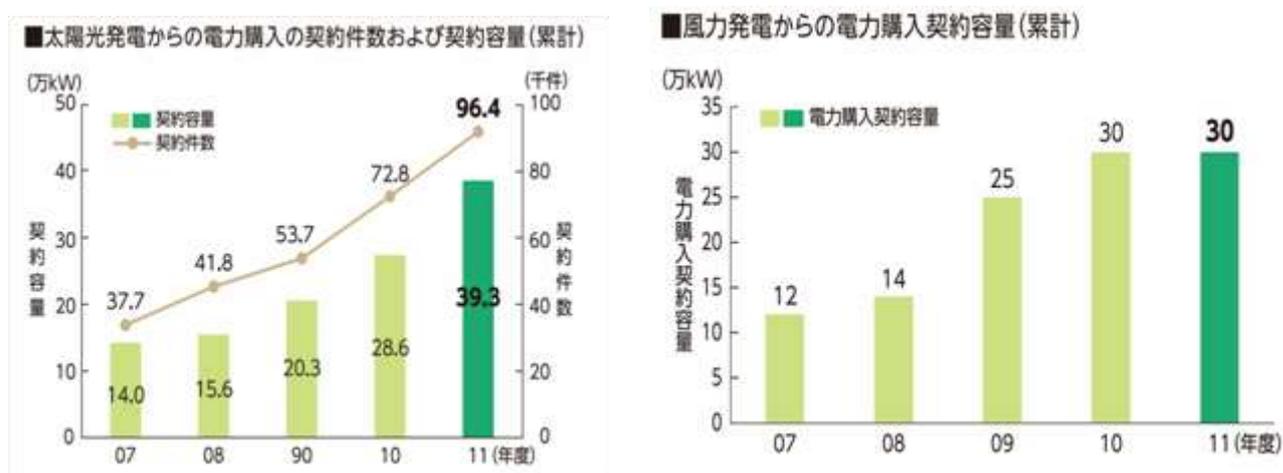


圖4-4-2：中電再生能源電力購入之容量（來源：日本中國電力公司）

(2) 日本再生能源太陽光電之政策：

- 1) 日本「再生能源特別措施法案」2012.7上路，正式實施「再生能源固定價格買取制度」。再生能源賦課金由用戶共同分擔。
- 2) 太陽能發電收購價格- 42円/KWH、期間 20年，另風力發電收購價格(20kW以上)- 23.1円/KWH、期間 20年。
- 3) 另配合「再生能源固定價格買取制度」，再生能源賦課金係由用戶共同分擔而非由電力公司自行吸收。
- 4) 配合日本政府宣布在2020年太陽光電的裝置容量目標為2800萬仟瓦目標，未來太陽光電發電規模及數量將大幅增加。

(3) 福山太陽光發電所參訪：

中電特費心安排一趟現場訪問福山太陽光電發電所(100年12月剛加入運轉)，此實務經驗讓我備感機會難得。

- 1) 福山太陽光發電所-裝置容量3MW
- 2) 系統組成:太陽電池(205w*16544)、直流/交流變換(500kW*6)、昇壓變壓器(210V/6.6KV)、主要變壓器(6.6kV/110KV)、斷路器。

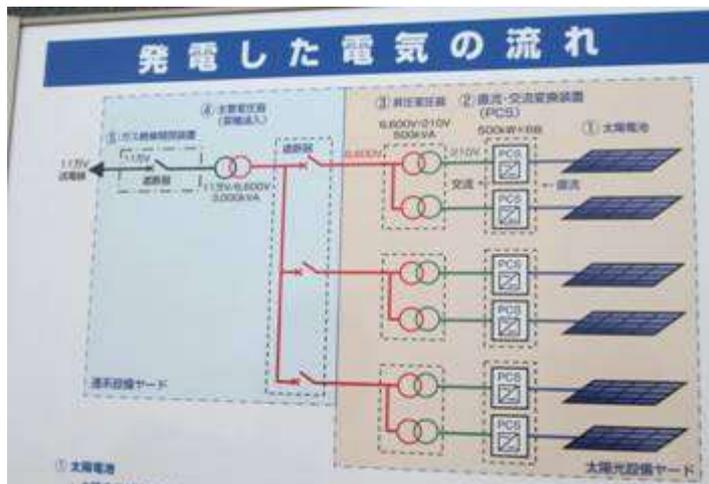


圖4-4-3：福山太陽光發電所系統組成 (來源：日本中國電力公司)

- 3) 福山太陽光發電所系統引接:由箕島變電所以110kV分歧引接。並設置防止單獨運轉功能保護設備(如圖4-4-4)。

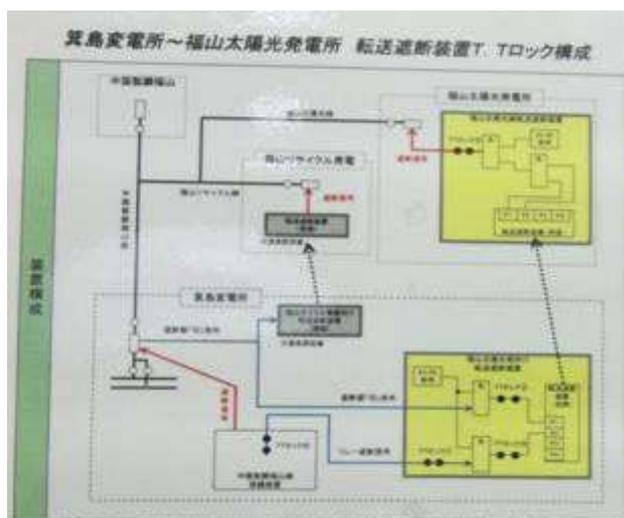


圖4-4-4：福山太陽光發電所系統引接 (來源：日本中國電力公司)

- 4) 太陽光發電大量擴大導入時，太陽光發電出力受天後影響變動甚

大，由福山太陽光發電所陰天及晴天太陽光發電狀態可明顯發現對系統影響程度(如圖4-4-5)。

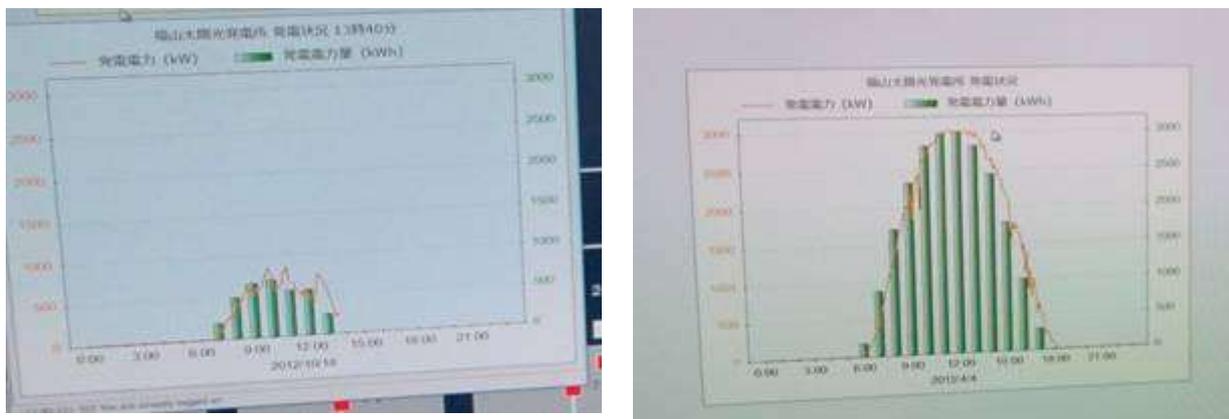


圖4-4-5：陰天及晴天太陽光發電狀態（來源：日本中國電力公司）

(四) 觀摩心得與建議

(1) 中電企業經營效率：

- 1) 中電僅對單一專案計畫作交替方案作經濟效益評估，並無類似本公司對包裹式的輸變電計畫做整體財務效益評估。建議未來輸變電計畫編擬方式不再採用以往包裹式方式辦理。
- 2) 中電係參考電力系統利用協議會訂定之「電力系統利用協議會ルール」作為系統規劃之準則，建議電業主管單位參考國外經驗，成立專責單位負責規則制定電力系統可靠度準則，俾作為投資輸變電計畫之依據。
- 3) 中電在國際化石燃料及原物料飆漲下，已有電價調漲機制，確保公司之永續經營。
- 4) 另配合「再生能源固定價格買取制度」，再生能源賦課金係由用戶共同分擔而非由電力公司自行吸收。
- 5) 中電輸電線地下化佔比不高(7%)。台電輸電線地下化佔比達20%。
- 6) 500kV超高壓變電所皆無人化。
- 7) 個人觀摩之現場參訪及晚宴交通，均以叫計程車方式，經營效率之用心值得參考。

(2) 中電專業及用心接待安排：

- 1) 個別觀摩討論時，除備有日文及英文書面資料外，並安排每位團員1隨行翻譯，目的讓每位團員可多了解討論中電之主題業務及更深入經驗

交流。

- 2) 中電特費心安排一趟現場訪問福山太陽光電發電所(100年12月剛加入運轉)，此實務經驗讓我備感機會難得。
- 3) 為進一步促進雙方交流，中電特別安排一晚交流餐會，會中邀請此次個別觀摩與我業務交流之中電相關員工及隨行翻譯，再次一同聚會交流。

(五) 參考資料：

1. Chugoku Electric Today , Energia , 2011-2012 。
2. 電力系統利用協議会ルール
3. Annual Report, Chugoku Electric Power Co., Inc
4. Power System Planning, Chugoku Electric Power Co., Inc
5. 中国電力の概要, 中国電力株式會社
6. Smart Grid , 中国電力株式會社
7. 第37~41屆赴日本中國電力公司觀摩報告，台灣電力股份有限公司。
8. Energia中國電力株式會社網站<http://www.energia.co.jp/>。

五、中電組織架構、分工及授權與未來組織發展重點—龔秋桂

(一) 前言

本次個人實習目的，主要是想瞭解中電目前的經營挑戰及其組織架構與其經營企劃部門定位，這些業務均屬企劃相關業務，所以中電安排該公司之經營企劃部門相關主管共4位介紹說明如下。

研習部門：中國電力株式會社經營企劃部門。

訪問人員：組織業務改革担当マネージャー (Manager) --中本 和男

組織業務改革担当副長 (Assistant Manager) --山根 正寬

事業調查担当專任課長 (Staff Manager) --原 誠司

事業計畫担当專任係長 (Staff Assistant Manager) --櫛本 俊夫

(二) 研習主題一：中電面臨的經營課題

1. 難以預測核能機組何時再啟動

受到東京電力福島第一核電廠的意外影響，日本全國各電力公司反應爐陸續停止運轉後，至2012年5月5日全國所有核能機組終至全面停止運轉。惟今年(2012年)夏季7月，政府考量供電可能不足下，始予核准關西電力所屬的大飯核能機組3、4號機再次啟動運轉，但通過核准過程需要很長時間(7-8個月)，雖然大飯核電機組已再次啟動，但因啟動的評核基準尚未完全確定，且具獨立判定安全性的日本原子力規制委員會，其制定新的安全基準作業上亦欠缺透明度，所以無法預測其他核能機組何時可以再次啟動運轉。

2. 盈餘資金不斷減少，面臨嚴峻的收支狀況

由於核能發電設備利用率處於低迷狀態，2010、2012年度，連續2年赤字，過去積存的盈餘資金不斷減少，收支狀況非常嚴峻。

3. 2012年的收支預計

2012年度的收支，因為不能預計核電機組何時再次啟動，營業額和利潤目前均是「尚未確定」的，如整年無法啟動運轉的話，將造成鉅額的損失金額，以2011年度的核能發電售電量換算預估，全部改以燃油火力發電替代或用LNG(液化天然氣)或煤燃料替代，其發電成本將增加約800億日圓。

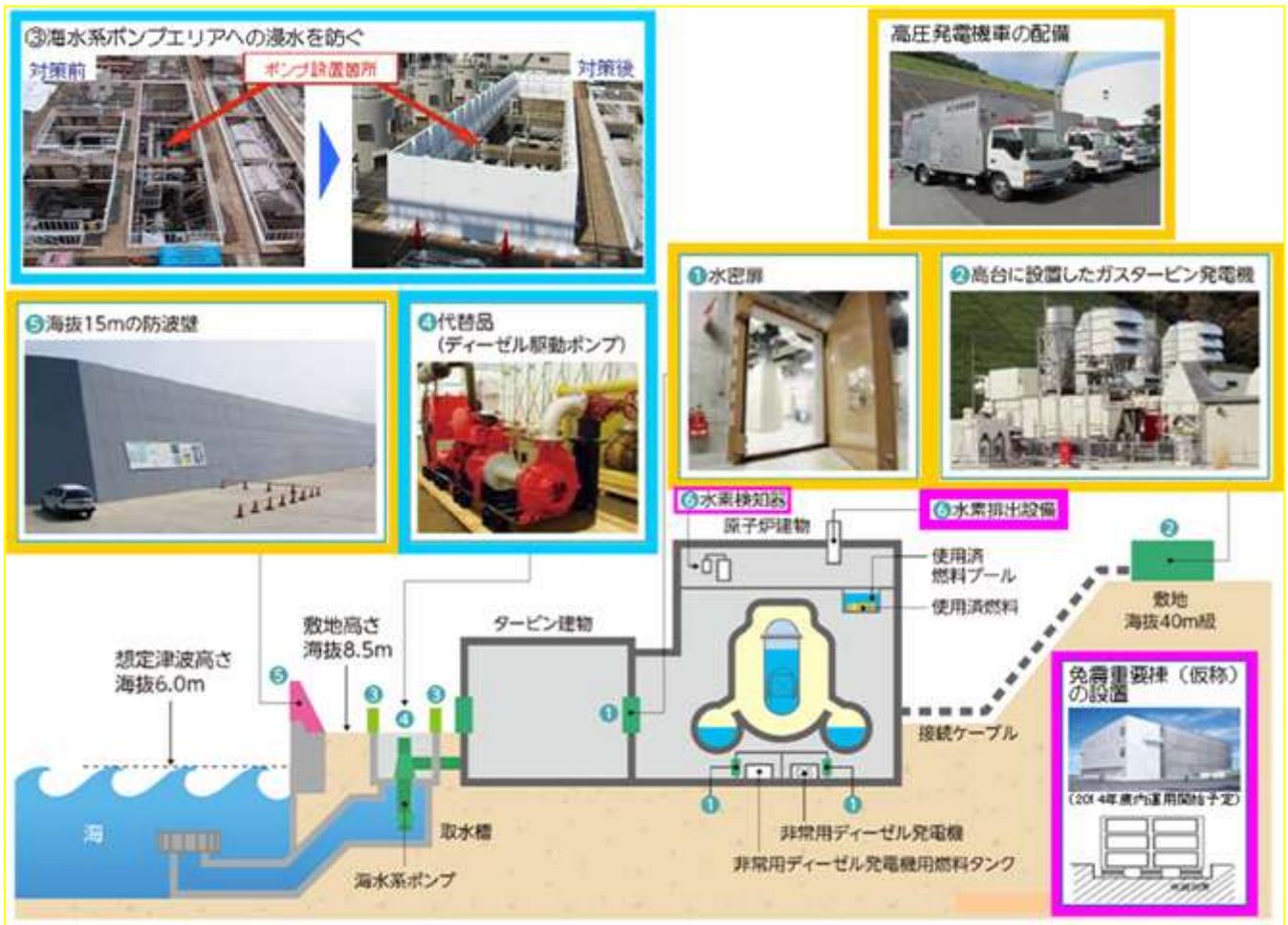
4. 核能發電機組再次啓動運轉須持續不斷努力

要徹底解決業績惡化，島根1、2號機的再次啓動是不可或缺的，另外，要改善中長期的業績，其中主要關鍵更是興建中的島根3號機要能開始運轉，因此為了核電機組的再次啓動，公司致力於確保機組運轉安全性萬無一失的同時，也致力於讓以地方居民為首的利益相關團體加深這方面的了解。各方面的努力包括：完成針對福島第一核電廠事故的緊急安全改善對策措施(詳如表4-5-1)，向原子力安全保安院提出2號機的壓力測試報告(已於8月3日提出)，確實執行包括原子力安全保安院所提出的30項安全措施項目，確切遵循原子力規制委員會所制定的新安全基準，同時，公司亦致力於實施更具高安全標準及信賴性的措施。

表4-5-1 島根核電廠的安全改善措施

<p>緊急安全對策</p> <p>防止水浸</p> <ul style="list-style-type: none">• 水密門 • 防水蓋板 • 防波牆 <p>確保電源</p> <ul style="list-style-type: none">• 緊急用發電機 • 高壓發電機車 <p>確保冷卻機能</p> <ul style="list-style-type: none">• 柴油泵 • 消防泵車 • 氮氣氣筒 <p>嚴重事故</p> <ul style="list-style-type: none">• 高劑量輻射防護衣 • 輪式鏟車 <p>緊急應變訓練</p> <ul style="list-style-type: none">• 緊急應變訓練 • 完備應變指引	<p>壓力測試 (海嘯、地震容許量評估)</p>	<p>提高安全信賴性的中長期措施 (保安院提出的 30 項目)</p> <ul style="list-style-type: none">• 各座反應爐連接輸電綫路• 設置氫排放設備• 強化通信設備• 確保淡水水源• 設置附過濾器的排氣閥• 設置抗震重要大樓 <p>[檢討中]</p> <ul style="list-style-type: none">• 設置風冷式非常用發電機• 安全殼上突緣的冷卻對策
--	-------------------------------------	--

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料



[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-1 島根核電廠的安全改善措施

5. 針對目前業績惡化的因應措施

為了恢復往日業績，在盡力使核電機組儘速再次啟動運轉的同時，透過徹底地實施經營效率化措施，和實施時的深入分析，以戮力完成2012年度的中期經營計畫。

表4-5-2 經營效率化措施之實績及目標

		2011 年度 實績值	2012 年度 目標值
設備投資項目		90 億日圓	200 億日圓 (設備投資、支出共計)
支出項目	修繕費	70 億日圓	
	諸項經費	30 億日圓	
	燃料費	70 億日圓	
經營效率化總金額		260 億日圓	

因核能機組的長期停止運轉，其伴隨而來的燃料成本上漲，雖會加重支出方面的負擔，但是中電公司現時並未打算以此作為增加電費的理由。不過，在核能機組長期停止運轉前提下，如預估執行的經營效率化措施對策亦無法改善收支狀況的話，公司將會就所有可能包括調整電費在內的方案作綜合性評估分析以採取最新對策。

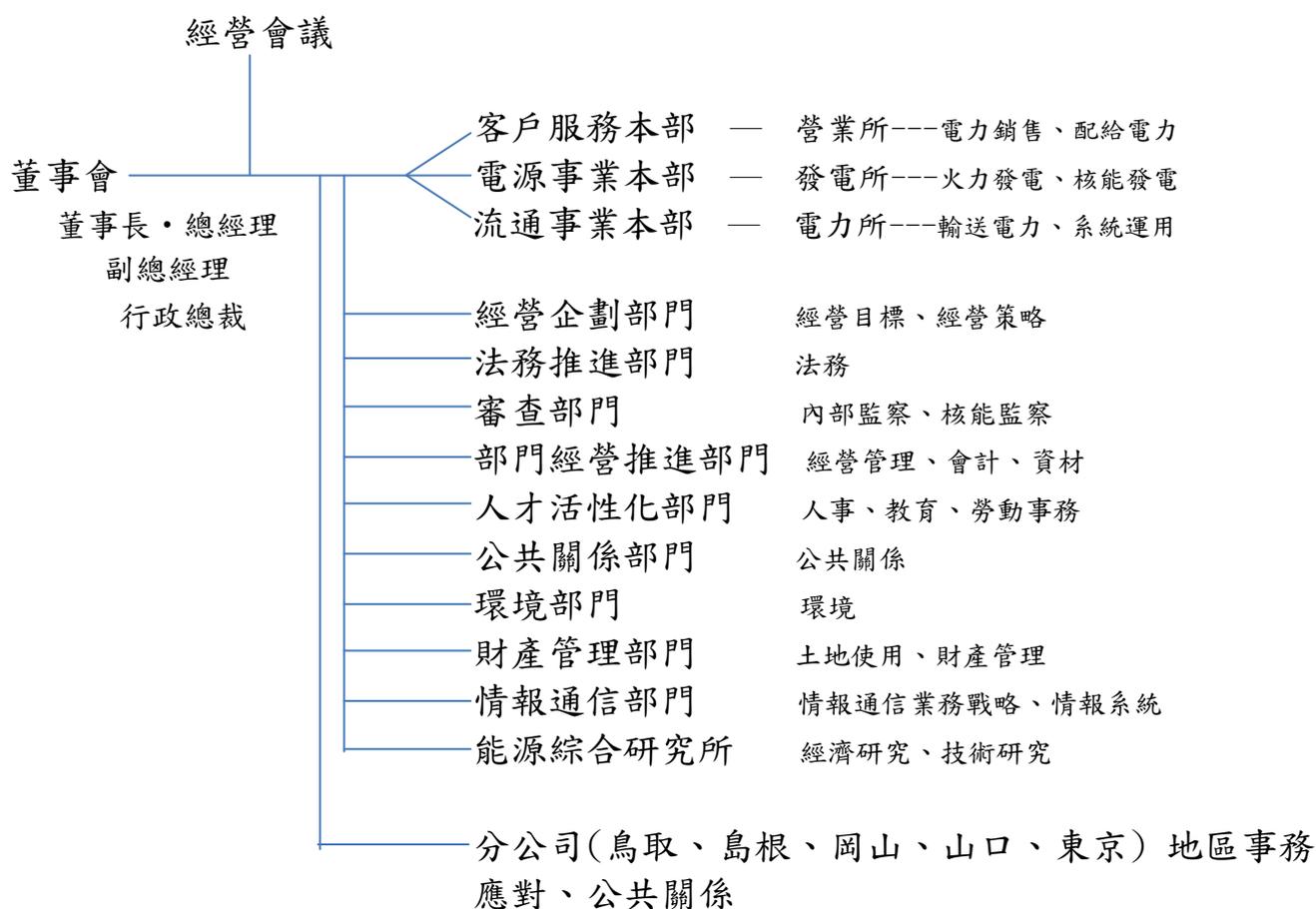
表4-5-3 核電廠持續停止運轉下，各電力公司的收支狀況

單位：億日圓

電力公司	2012 年度淨虧損 (政府估算)	盈餘資金餘額 (2012 年 6 月股東大會後)
北海道	-1,146	1,278
東北	-1,542	☆ 1,450
東京	-10,594	-7,788
中部	-274	7,132
北陸	-322	1,336
關西	-7,020	☆ 5,473
中國	-697	2,663
四國	-1,285	☆ 1,000
九州	-3,885	4,200

標上☆的公司，2012 年度期末時，盈餘資金有可能會觸底。

[資料來源]2012 年度淨虧損(政府估算)：2012 年 5 月 2 日日本需給檢證委員會
盈餘資金餘額：根據日本各電力公司的財務決算、股東大會召開通知等計算



[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

事業本部

[職責] 經營各不同範疇的事業

[定位] 各事業獨立經營等同是一獨立公司

單位

[職責] 根據事業總部所制定的方針和計畫於不同地區和工程中執行相關業務

[定位] 隸屬於事業本部

管理支援部門

[職責] 制定全企業重要任務的策略、業務營運的計畫管理

[定位] 總經理或事業本部的員工

分公司

[職責] 維持與地區的良好關係、統籌促進集團的營運

[定位] 管理支援部門的地區員工

2. 事業本部制的目標

●業務強化（建構各事業範疇組織）

把握各業務範疇的強項和弱項

提高效率

適當分配經營資源

●促進自律性的業務營運(大幅度下放權力)

提高自主性和自律性

提高員工能力和挑戰自我精神

●針對市場，準確而迅速的應對(組織的轄下所屬)

提高各事業總部的完整性

果斷的決策能力及戰略的實行

3. 經營企劃部門職責

經營企劃部門的基本職責是(1)務求提高集團的價值，建構相關的經營願景，制訂企業成長策略(2)迎向未來，開發和建立新的盈利基礎、新事業策略及制訂各事業範疇(情報通信業務除外)的策略。其主要業務為制訂經營理念、經營目標及經營戰略、進行投資調查IR(投資者關係)，業務改革，組織規劃，以及企業選址支援。另包含電源調配戰略(包含RPS可再生能源比例標準)、技術研究開發戰略、IT(資訊科技)戰略。新事業、海外事業戰略、電力事業、綜合能源供應事業，環境融合研發事業等戰略及電力交易業務。

4. 經營企劃部門組織架構

表4-5-4 中電經營企劃部門組織架構

		組別	人數	主要業務
經營企劃 部門長	部長 (經營計劃G)	組織	7	經營會議事務局、組織、業務改革
		IR	4	IR(投資者關係)
		事業調查	8	電力業務制度改革、能源和環境政策的調查及應對戰略的制訂
		事業計畫	8	集團重要的經營目標、經營資源分配和電費成本、新事業戰略
	部長	電源計畫	8	大範圍營運、供電計畫方針、戰略

		組別	人數	主要業務
	(設備、技術 G)			供電調配和批發售電策略
		技術企劃	7	新技術調查、研究、專業技術推廣應用及技能傳承及提升技術策略
		電力交易	10	RPS 制度、新能源、電力交易方針戰略
	部長 (綜合能源、地區配合 G)	綜合能源	3	綜合能源供應業務展開調查及戰略策劃
		水島事業	4	水島 LNG (液化天然氣) 計畫統籌
		地區合作	4	企業選址的支援活動

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

5. 董事會及總經理的權限 (僅列出主要部份)

表4-5-5董事會及總經理的權限範圍

	事項	經營方針計畫	經營管理及統籌	財務	其它重要事業執行
董事會	法定事項	<ul style="list-style-type: none"> ●事業轉讓、承讓 	<ul style="list-style-type: none"> ●內部統籌系統 ●組織的設置和修訂廢除 (直屬總經理的組織) ●訂立重要規則章程 	<ul style="list-style-type: none"> ●股份、債務 ●結算 (一年、第 2 期) ●中期紅利分配 ●大金額借貸(資金籌措計畫) 	<ul style="list-style-type: none"> ●重要人事事務(部長級以上) ●重要財產處理 <ul style="list-style-type: none"> - 30 億日圓以上的物業、設備處理 - 3 億日圓以上的投資融資等 ●重要的契約 <ul style="list-style-type: none"> - 100 億日圓以上的物料的購入 - 100 億日圓以上的物業的購入 - 30 億日圓以上的損失賠償等
		<ul style="list-style-type: none"> ●企業理念、經營目標 ●中期經營計畫 ●供應計畫 ●風險管理、電業法規遵循基本方針 ●燃料、物料採購計畫 	<ul style="list-style-type: none"> ●集團企業的設立，重新編制 	<ul style="list-style-type: none"> ●有關企業養老金的重要事項 	<ul style="list-style-type: none"> ●電價、電力代輸費的修訂 ●重要的勞動條款 ●重要的訴訟 ●重要的申報
總經理	經營會議	<ul style="list-style-type: none"> ●事業總部、部門的方針計畫 ●有關中長期重要經營任務和措施政策的取向、方針和計畫 	<ul style="list-style-type: none"> ●公司各規程的制訂 ●有關經營管理制度的重要事項 ●組織的設置、修訂及廢除 	<ul style="list-style-type: none"> ●結算 (第 1 期、3 期) 	<ul style="list-style-type: none"> ●雇用、人事調動 (管理階層) ●物業處理 (30 億日圓以下) ●股份的取得和處理 (3 億日圓以下) ●物料、燃料，及物業購入(100 億日圓以下)

6. 各職位的權限構成

中電於組織中各個職位上分為基本職務權限和個別的權限，所謂基本職務權限是指該職位於組織內的定位及基本的職務和職責，其職務權限即是為完成基本職務，指揮或監督下屬時所履行的職責及行使的權限。而個別的權限是指於日常業務的執行上，因應各職位的職責，訂定相應的權限。關於決定權限中沒有列明的個別事項，各職位參照自身的基本職務權限，自律地作出判斷。

◆ 中電集團多角化經營概況

1. 中國電力集團的事業範圍

中電集團是由中電 27 家子公司和 18 家關係企業共 46 家公司所組成的。為了符合各種不同客戶需求，於核心的電力事業之上，制訂了 4 個策略性的事業範圍，以開展全方位服務的業務。

表4-5-6 4個策略性事業範圍與事業單位內容

事業範圍	事業內容	事業單位
綜合能源供應事業	以「一站式服務」提供各種能源選擇，提出和實行高效能能源的方案。	<ul style="list-style-type: none">• 天然氣銷售事業• 煤炭銷售事業• 蒸氣供應事業• 分散型電源發電業、熱能銷售事業
情報通信事業	活用光纖設備和 ICT(情報通訊技術)等科技，切合地區及客戶的需要，提供令人吸引的服務和方案。	<ul style="list-style-type: none">• 網路事業• 以法人為對象的事業 (V-LAN 等)• 通訊事業• 廣播事業
環境共融研發事業	建構循環型社會，提供不傷害健康和環境的服務。	<ul style="list-style-type: none">• 煤灰再利用事業

事業範圍	事業內容	事業單位
商務、生活支援事業	建立安全、舒服而高效的社會環境，以提供商務及生活上最舒適的支援服務。	<ul style="list-style-type: none"> • 福利及保健承辦事業 • 住宅保險事業 • Engeria 集團內的金融及行政事務（會計/勞動事務/資材）的代辦服務事業 • 物業活用事業 • 物流事業 • 看護事業

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

2. 致力多元化事業

一直而來，儘管電力事業是私人企業，但以大眾利益的角度，如要兼營其它事業，須要得到國家的批准(兼業規定)。這樣的環境下，於電業引入競爭原理及放寬管制的趨勢當中，以尊重經營的自主性為出發點，放寬和撤消了電力產業的兼業限制。

3. 踏入新事業領域的經過

要兼營電業以外的業務的話，須個別取得政府核准，第1次電業制度改革於1995年開始，於發電方面引入競爭機制，同時於1995年放寬兼業規定，只要有助於提高經營效率並能充分活用資源的話，均無須經過個別核准。中電於1998年為了讓事業達成多元化經營目標，修改了一部分的章程，於經營項目上，增加了氣體供應事業、電力通信事業及熱能供應事業等。

中國電力株式會社章程（2009年6月～）

第1章 總則

第2條（經營目的）

本社以經營下列事業為目的。

- (1) 電力事業。
- (2) 電力機械器具製造及銷售。

- (3) 温水、冷水、蒸氣等熱能供應事業。
- (4) 儲熱式空氣調節、熱水裝置等的製造、銷售、租賃、安裝、運作及保養。
- (5) 氣體、煤炭等燃料的供應、銷售及輸送。
- (6) 電力通信事業。
- (7) 資訊處理、資訊提供服務以及軟件開發和銷售。
- (8) 物業買賣、租賃及管理。
- (9) 住宅服務事業、在宅看護支援事業及安老院的經營
- (10) 煤灰等電力副產品及以此為原材料的產品的製造和銷售。
- (11) 上述各項及環境保護相關的顧問服務及技術、技術情報的銷售。
- (12) 上述各項附帶的相關事業。

表4-5-7 在主要的新公司中，活用集團經營資源案例

事業領域	会社名	設立年	主な事業内容	G 経営資源の活用例
総合エネルギー供給事業	エネルギー・ソリューション・アンド・サービス (ESS)	2001年	燃料販売， 電気・熱エネルギー供給	燃料調達規模拡大による価格交渉力向上
	パワー・エンジニアリング・アンド・トレーニングサービス (PET)	2002年	火力発電設備に関する技術研修の提供	廃止火力発電所の有効活用
環境調和創生事業	エネルギー・エコ・マテリア	2003年	石炭灰有効活用商品の販売	発電所から排出される石炭灰の有効活用
ビジネス・生活支援事業	エネルギー・ビジネスサービス (EBS)	2001年	グループ内金融サービス， 経理・労務・資材業務の事務代行	グループ内資金の有効活用，管理間接業務の集中化
	エネルギー不動産	2002年	戸建住宅の分譲， 賃借住宅，駐車場， スパ・銭湯	当社が保有する土地の有効活用
	エネルギー介護サービス	2003年	老人ホームの運営管理， 居宅介護サービス	当社が保有する土地の有効活用，グループ内事業のノウハウ活用

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

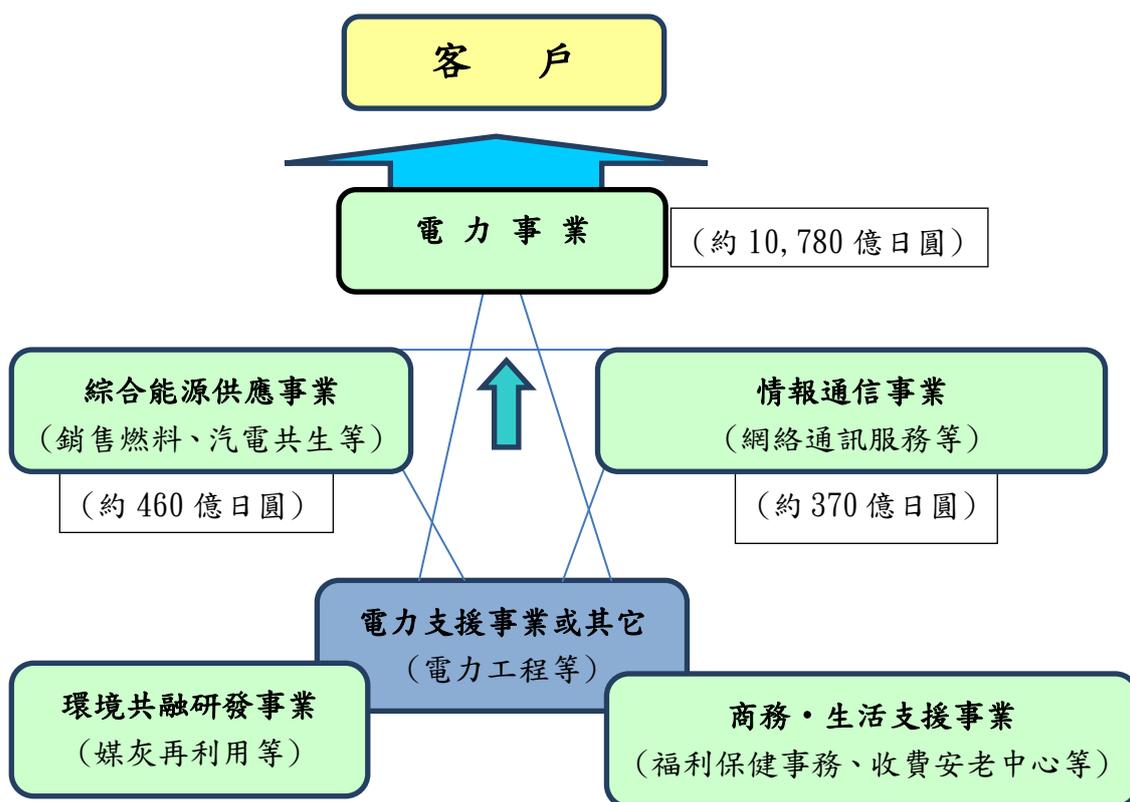
4. 開拓新事業

為了確保新的收益基礎，中電著手開拓新事業，並訂定開拓新事業的基本方針：(1) 集中投入資源以開創能加強集團實力的事業領域。

(2) 以中國地區的事業拓展為基石，致力為客戶提供更便利和舒適的服務。

(3) 重視事業的成本效益

自 2000 年政府撤銷兼業規定後，中電所屬新成立的公司有 18 家，然於 2012 年 3 月底時，屬於中電集團的只剩 15 家。惟現行的投入新事業的準則改採取收益性準則，即事業單位於新成立後，3 年內單一年度要出現盈利，5 年內要消弭累積損失。另有 IRR 準則，需計算其能反映個別事業風險在內的資金成本，且 IRR (事業投資的內部報酬率) 要上升超過資金成本。事業開始營運後，於收支、財務狀況、市場動向等面項會設定檢測點定期做評估分析。



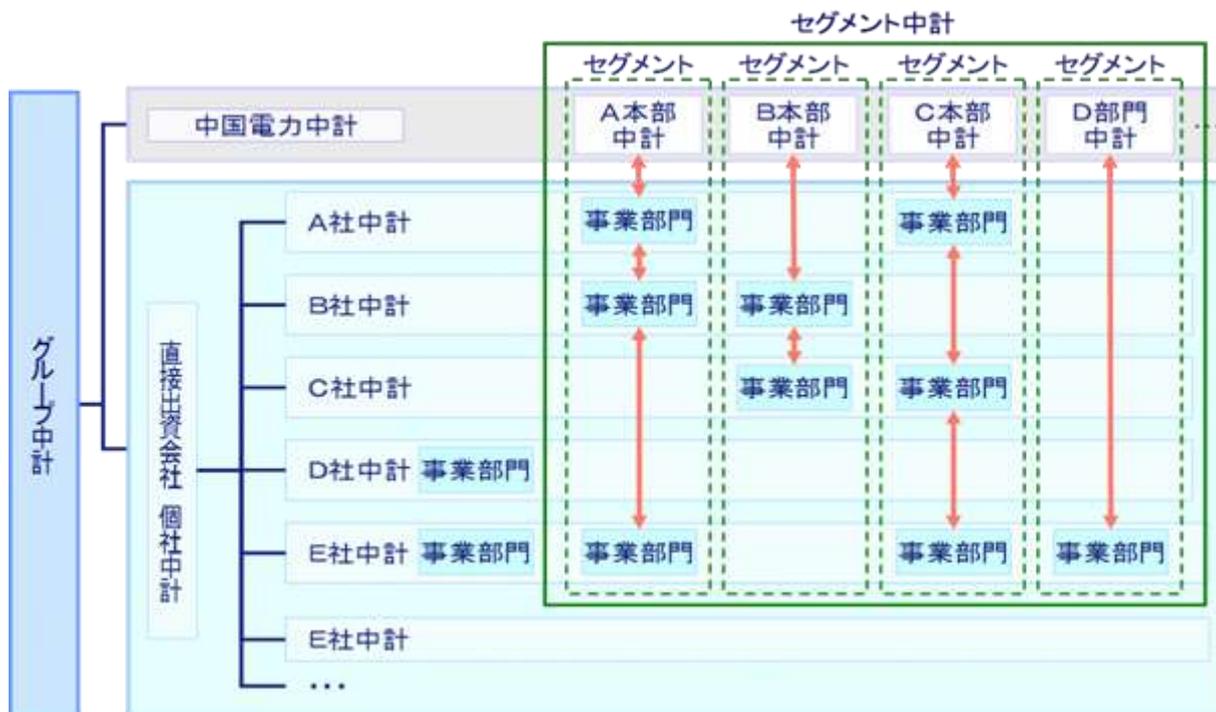
其它(環境共融研發事業、商務·生活支援事業、綜合能源供應事業等)：約 1,260 億日圓)

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-3 中電事業集團概要

5. 增強集團綜合能力以奠立基礎

因為電力零售自由化和電力需求低迷等原因，集團的經營環境有很大的變化。為了對應如此嚴峻的經營環境，明確界定集團各公司的事業範圍及職責，然後進行事業的選擇及整合，同時，為了充分活用各公司的特性及長處，增強競爭力，以及使集團整體的綜合能力更上層樓，分階段引入集團經營平台制度。2006年引入「集團中期經營計畫制度」，包含事業範圍中各事業本部的收益評估及各事業部門，並依不同事業別實施績效評估。2008年制訂「集團經營綱要」，包括明確訂下集團經營的基本方針和各組織的職責，明確訂下集團企業盈餘資金的分配方針，減低收費同時確保資本，致力削減中電成本，集團內部銷售交易減少，增加集團各公司的收益，以達成中電集團的任務。此外，訂定集團中期經營計畫(簡稱集團中計)，根據集團各策略性的事業領域，制訂事業本部管理，於事業本部內，透過解除重複的事業及加強合作，致力為集團帶來最合適的管理方式。



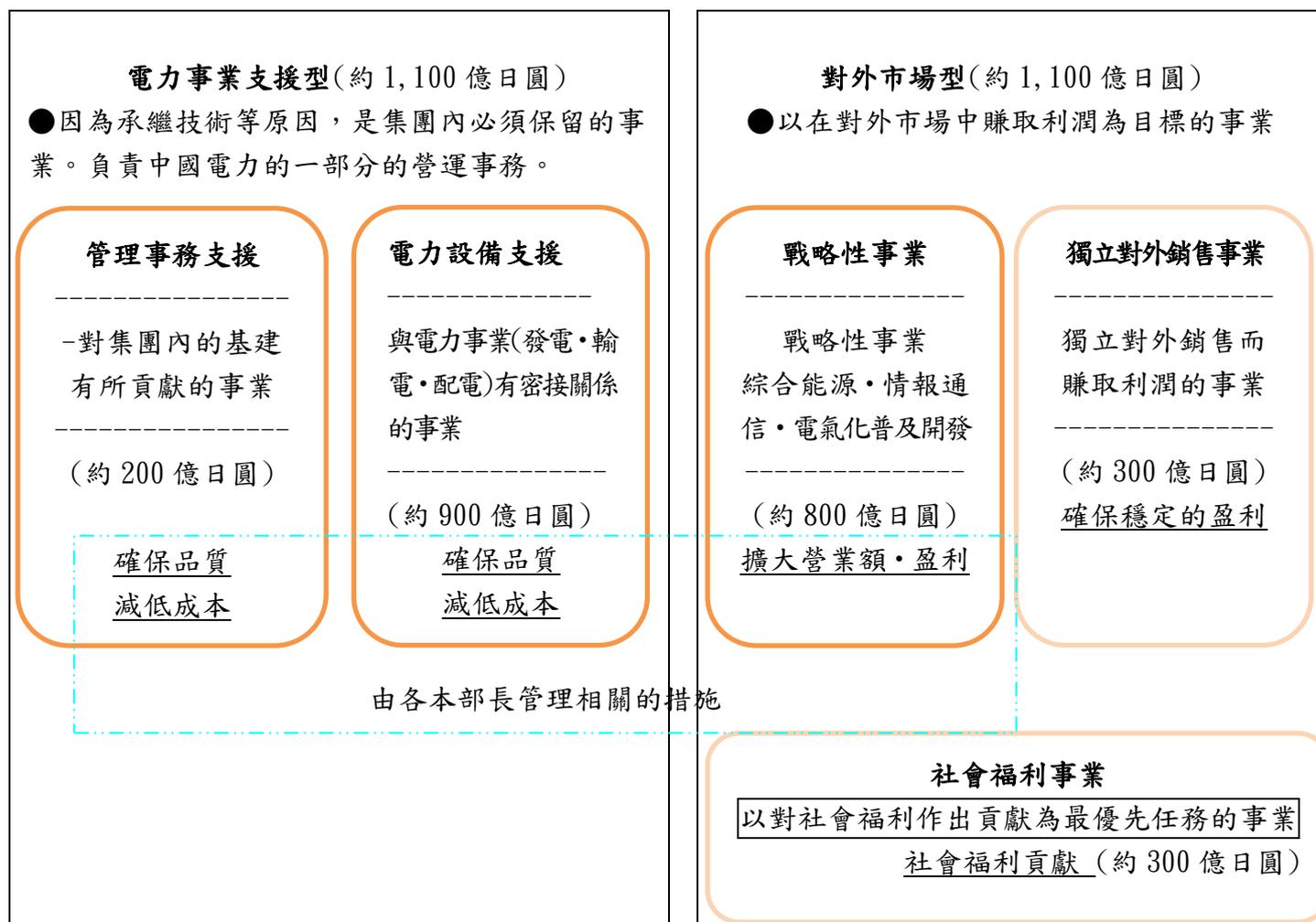
[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-4 中電集團中期計畫

※現在 8 個事業本部的設定：客戶服務、電力事業、分銷事業、氣體事業、會計・資材本部、勞務・保健本部、財產管理・土地管理本部、情報通信事業本部。

6. 中電集團各事業本部績效評估

集團企業內各事業部門，是根據事業性質和所承擔的職責，以事業類別進行分類。各事業部門，因應它們所從屬的事業類別，訂定績效評估指標(項目或數據目標)，然後致力達成目標。



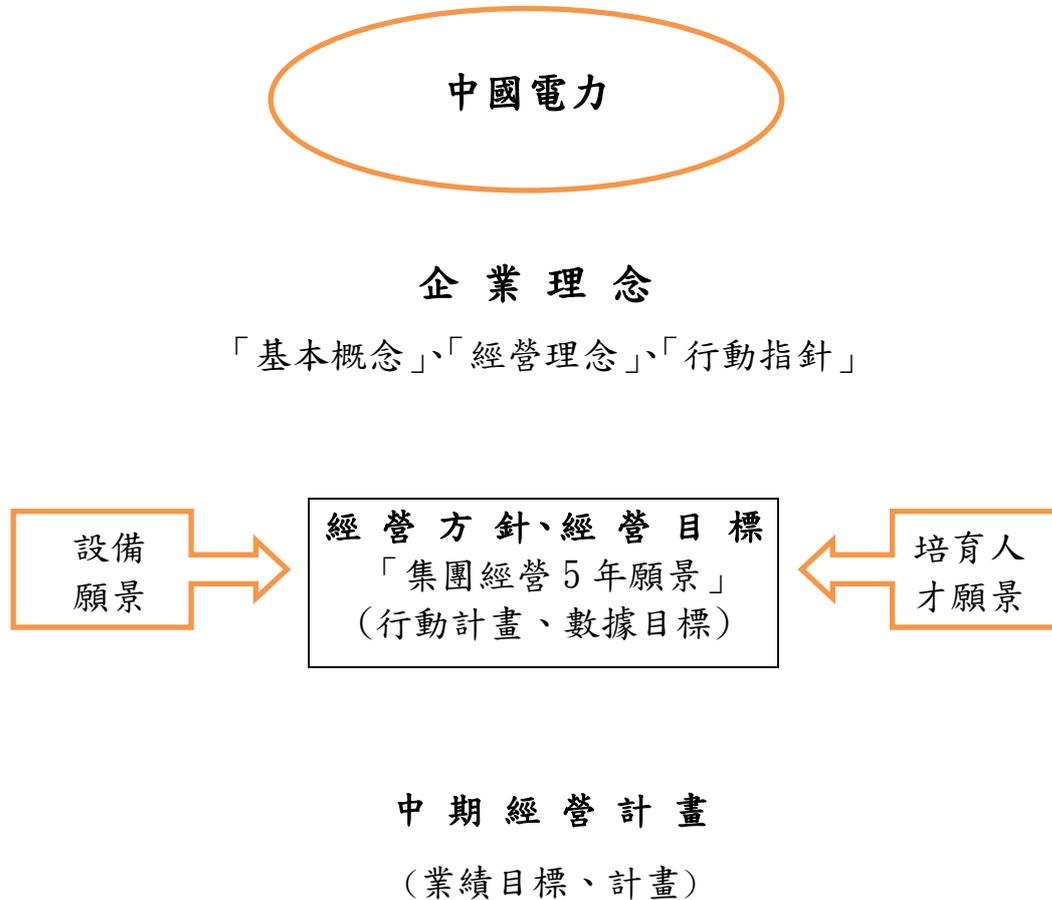
[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-5 中電集團各事業部門的績效評估

7. 集團經營綱要

集團經營綱要列明集團企業各公司以獨立經營作為基礎的同時，為了集團整體的利益，各集團企業亦要作出配合和支援。集團經營的原則如下，中國電力要考慮到集團整體的利益。中國電力以確保集團內事業的合理性為出發點，向集團企業的事業活動恰當地作出指導及支援。集團企業致力增加公司的業績之餘，要支援集團整體的發展。

(四) 研習主題三：中電經營管理制度



[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-6 中電企業理念與中期計畫

1. 中電企業理念

「企業理念」是指對於體現中電應有之姿，堅守環境變遷中不變的普世價值觀，中國電力展現出她的決心。中電於1991年1月制訂企業理念，「企業理念」是由基本概念、經營理念及行動指針所組成的。所謂**基本概念**就是Energia，「energia 即是一與您同在，與世界同在」。Energia的意思是指「能源帶來了嶄新、光明、溫暖而富有活力的社會」，意涵是中電致力於實現的社會型態這一概念在內。

經營理念是創造、挑戰、柔軟，創造是發掘能源中的可能性，挑戰是處事以

人為本，進而因客人的信任而感到喜悅，柔軟是不斷尋求與大自然共融、對地區發展作出貢獻。

行動指針，曾於2000年3月修改過，目前是“Energia Will”，其意涵是我們擁有旺盛的挑戰精神，目標是面向未來，以靈活思考創造以人為本的集團。指針包括迅速、不固守舊習、獨立和有責任心、擁有專業知識、以客為本、顧及股東及投資者、重視公眾關係、以集團為一整體、愛護環境、明智的判斷力。

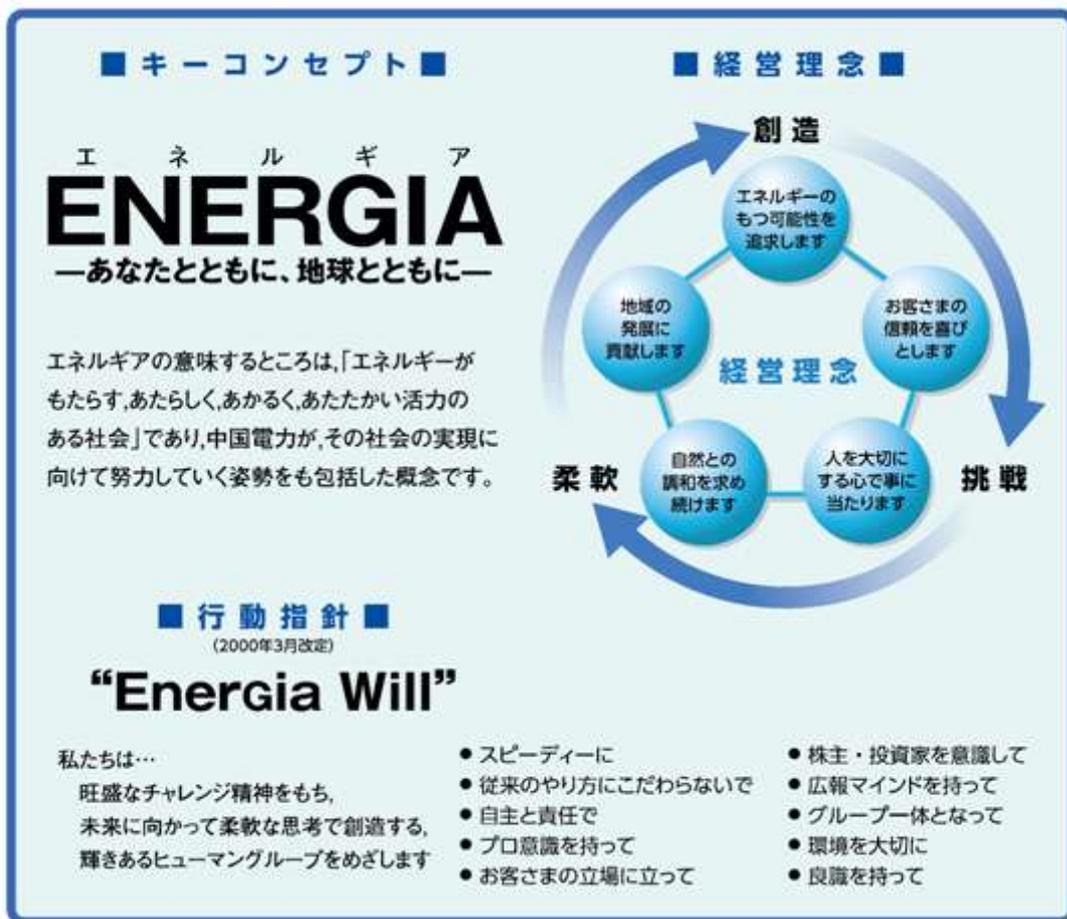


圖 4-5-7 中電企業理念

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

為了實現可展現中電應有之姿的「企業理念」，中電制訂「集團經營5年願景」及「中期經營計畫」，俾利日常事業活動有計畫、有效率地運行的體制。集團經營五年展望係於2008年3月制訂，為了應對電力自由化的發展和核能開發投資的正規化，至今為止的「經營方針」是以「強化競爭力」和「改善財政

體質」作為經營任務的重心。但是，以電力事業為首的經營環境已有很大變化，如能源形勢的變化、燃料價格上漲等，以及全球暖化問題嚴重化，社會對「安全」、「安心」、「信賴」的要求日高，電力事業的競爭環境變化大，開始重視「穩定供應」與「保護環境」之間的平衡，加上中長期的任務，如供給電源和網絡的老化，技術和技能的下降和流失等，為了確切應對上述情況，中電制訂了新的經營方針，改以核能的新開發為基柱，著重「強化設備基礎」和「人才培育、技術傳承」，力求均衡地穩固整體營運的基礎，換言之，奠定「信賴」「創造」的基礎，以邁向「成長」，同時，在注重維持競爭力和確保財務穩健時，亦要「強化設備基礎」、「培育人才、技術傳承」。

具體而言，企業形象是以人和技術的力量『創造』新的價值，繼續『成長』，得到大家的『信賴』，為社會的發展作出貢獻的能源集團，簡言之，是一值得「信賴」、不斷「創造」以及不斷「成長」的能源集團。而所謂值得「信賴」的能源集團是以「堅守重要價值為先」作為經營的根本，透過公平而高透明性的事業活動，穩定地提供不傷環境、高品質而實惠的產品和服務，回應社會的訴求。而不斷「創造」的能源集團是用最大限度發揮靈活的構思，塑造積極而果敢迎接挑戰的員工力量，藉由集團培育出來的高水平技術及專業能力，去創造出能夠滿足客戶的新價值。而不斷「成長」的能源集團是贏得客人的滿意，持續創造出不斷成長的利潤目標。

為了實現所追尋的企業集團形象，集團全體員工不斷變革和挑戰，確實地實踐以下提出的行動計畫。

(1) 5年（平成20~24年度）的定位：穩固作為事業根基的信賴，和價值創造源泉的人才及設備基礎的時期。

(2) 概念：達至「成長」，奠定「信賴」「創造」的基石。

(3) 行動計畫：A. 確切實行以堅守重要價值為先的事業營運方式，履行能源服務的核心中，集團的恆久不變的使命，以成為備受信賴的能源集團為目標。B. 培育可獨立思考和活動的人才，集結個人的力量，提升團隊的能力，以成為不斷創新的能源集團為目標。C. 集團團結一致，強化作為成長之源的利潤基礎，以成為可以持續成長的能源集團為目標。

表4-5-8 2011年3月目標

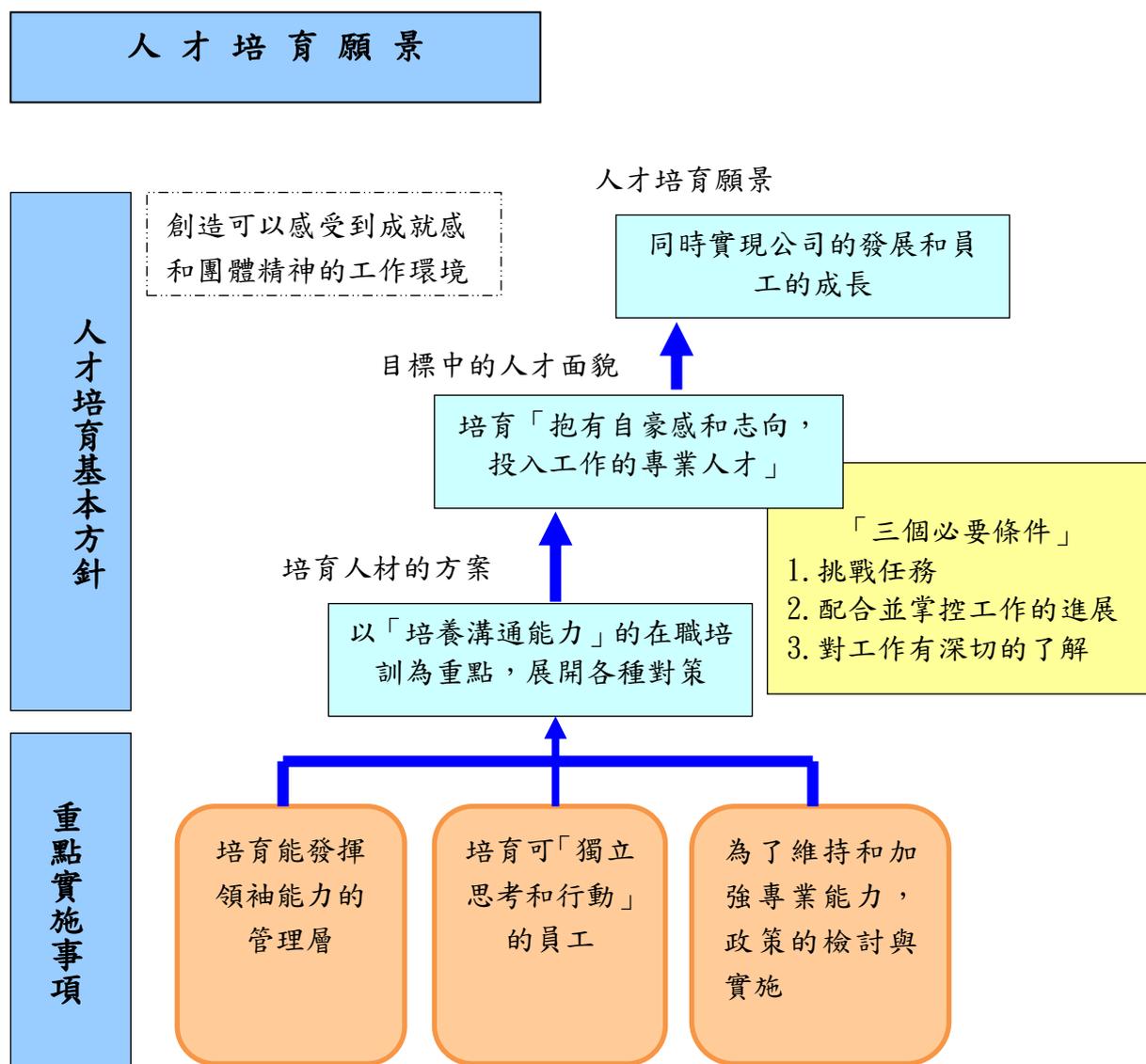
項 目		目 標	近期實績
健全性	有息負債餘額（合併）	（平成 24 年度末期末） 1.6 兆日圓程度	（平成 23 年度末期） 1.75 兆日圓
成長性	電力需求開拓量	（平成 20~24 年度合計） 35 億 kWh 以上	（平成 20~23 年度合計） 25 億 kWh
信賴性 、 環境性	核能發電比率的上升	（平成 24 年度） 發電量中核能的比率：25%以上	（平成 23 年度）9%
	上關核能發電機組	（平成 24 年度）建設工程動工	—
	有助於實現低碳社會的 技術開發	（平成 24 年度） 吹氣式煤炭氣化技術：大型演示測 試機器的建設工程動工・ 智慧電網關鍵技術：結合再生能 源，運用穩定的系統	—
	維持、增強供應信賴性	（平成 24 年度） 意外停電時間：6 分鐘/戶程度	（平成 23 年度） 7 分鐘/戶
	確立技術、技能的傳承制 度	（平成 22 年度） 引入高技術及技能鑑定制度 引入培訓職員制度	已引入制度
	減少二氧化碳排出的資 源單位	（平成 20~24 年度平均） 二氧化碳排出資源單位： 較平成 2(1990)年度減低 20%	（平成 23 年度） 0.502kg-CO ₂ /kWh※ [參考]平成 2 年度 0.614kg-CO ₂ /kWh

[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

2. 集團經營 5 年願景

為達成集團經營 5 年願景，於 2008 年 7 月再分別制訂了「設備願景」和「培育人才願景」，以強化集團經營 5 年願景的基礎路向。設備願景即是於之後 5 年確實地鞏固設備基礎，然後將目光放遠至十年後，力求強化設備。如在電源設備方面，以尋求最好的能源組合，開發新的核能，和以高效能及增加運轉率為重心，建造富經濟效益而又不損環境的設備。積極推進島根 3 號機組的建造和上關地區的開發。充發發揮設備的特點，亦會顧及老化等特質，建造和運用富經濟效益和不損環境的電源設備。實行可以對應燃料供應環境的變化和大規模電網瓦解等緊急情況的設備建造及

燃料調動方案。另在網絡設備方面，更新使用經年的設備的同時，也重新審視設備的系統結構，讓網絡整體的設備系統達至合理的水平。完善骨幹系統，以對應包括其它公司在內的電源結構或應用的改變。對應社會的要求，建構完善的電力及通信網絡，供應穩定而優質的電力。



[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-8 中電人才培育願景

3. 實現願景的中期經營計畫

中期經營計畫（中期計畫）的定位是，為了實踐「集團經營5年願景」中的行動計畫，及完成當中的數據目標，所擬訂更為具體的3年實踐計畫。各

部門組織為了達成與職責相應的「業績目標」或重要任務，制訂方針的同時，訂立及實行有效利用營商資源(人材、設備、資金)的計畫，簡言之，中期計畫是由今後3年內的「業績目標」及「計畫」所組成。所謂「業績目標」是以經營方針、中期計畫制訂方針和事業本部方針等為本，各事業本部、部門負責人個別提出今後3年內的目標。而「計畫」是為了完成業績目標，清晰列明具體的策略和必需的經營資源；例如綜合計畫及個別計畫，綜合計畫分為全公司收支計畫及事業本部及部門計畫；而個別計畫包含電力銷售計畫、需求供應計畫、燃料計畫、設備投資計畫、修繕計畫、資金計畫、人才善用計畫、經營效率化計畫、情報化計畫、其它計畫等

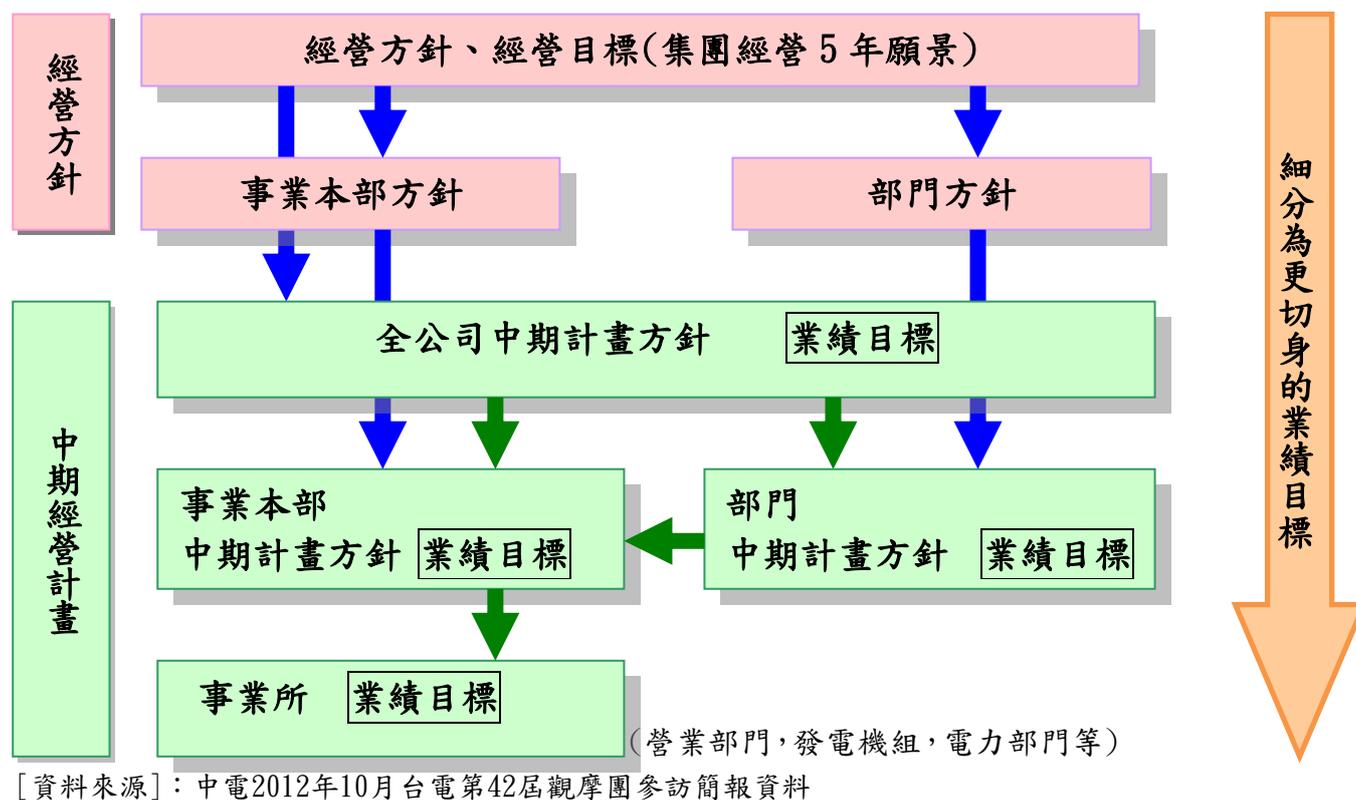
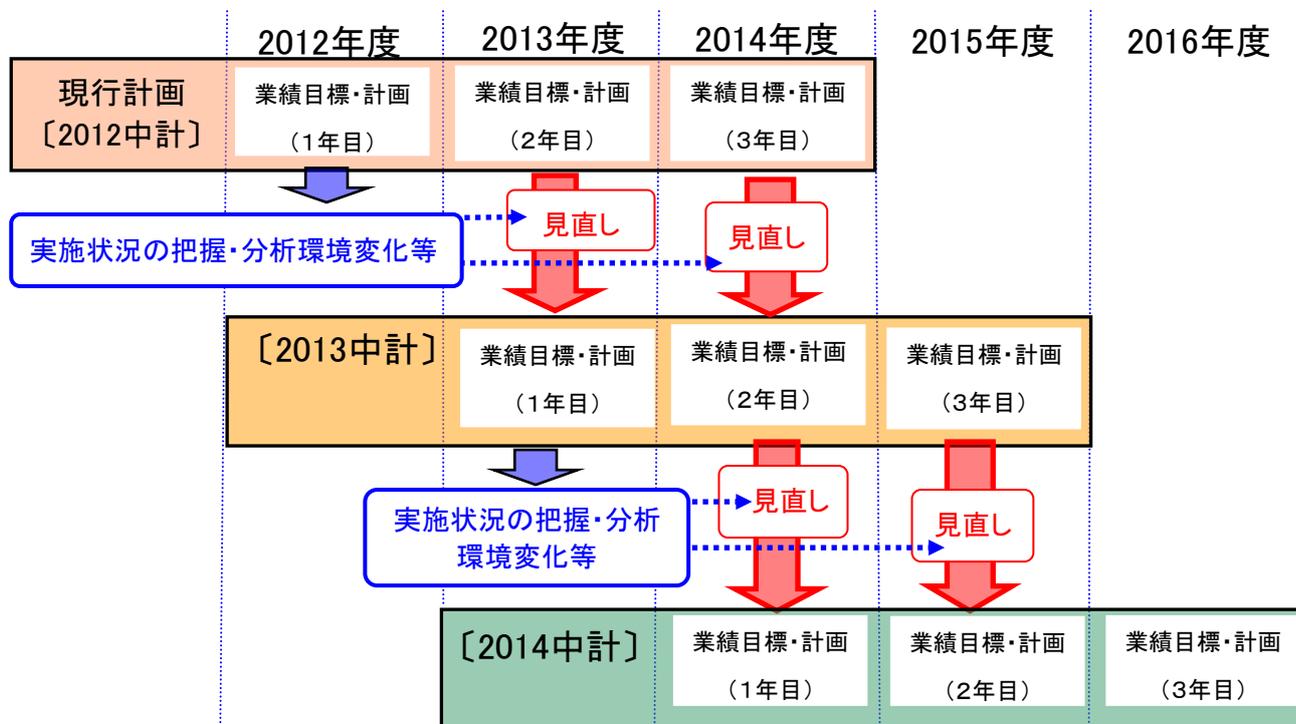


圖 4-5-9 中電中期經營計畫

4. 中期經營計畫品質管理循環 (PDCA cycle)

每年中電根據中期經營計畫的制訂方針，訂立之後3年的業績目標和計畫。[Plan]，每個年度開始後，基於計畫的實施情況、業績動向、經營環境

的變化等，檢討必要的對策之餘，重新評估中期計畫的第2~3年的內容(=次年度中期計畫的第1~2年)，年度終結後，確認計畫的實施結果。[Do → Check → Action]



[資料來源]：中電2012年10月台電第42屆觀摩團參訪簡報資料

圖 4-5-10 中電中期計畫之PDCA

(五) 研習主題五：日本電業自由化近況

在福島第一核能發電機組事故後，社會中「應廣範圍充分利用電源的供應力」，「想按自己意願來選擇電力公司」，這樣的訴求增多了。因應這些訴求，為了規劃出今後應有的電力系統的具體制度，經濟產業省的綜合資源能源調查會綜合部會設立了「電力系統改革專門委員會」，從今（2012）年 2 月起，陸續展開相關討論。本年 7 月訂訂及公開了以下 3 點為重心的「電力系統改革的基本方針」。1. 零售市場全面自由化，2. 批發市場的活性化，3. 發電輸電分開。然關於電力系統改革的詳細規劃，目標是訂於今年秋天後開始進行檢討。以下分別敘述上述 3 項改革重點。

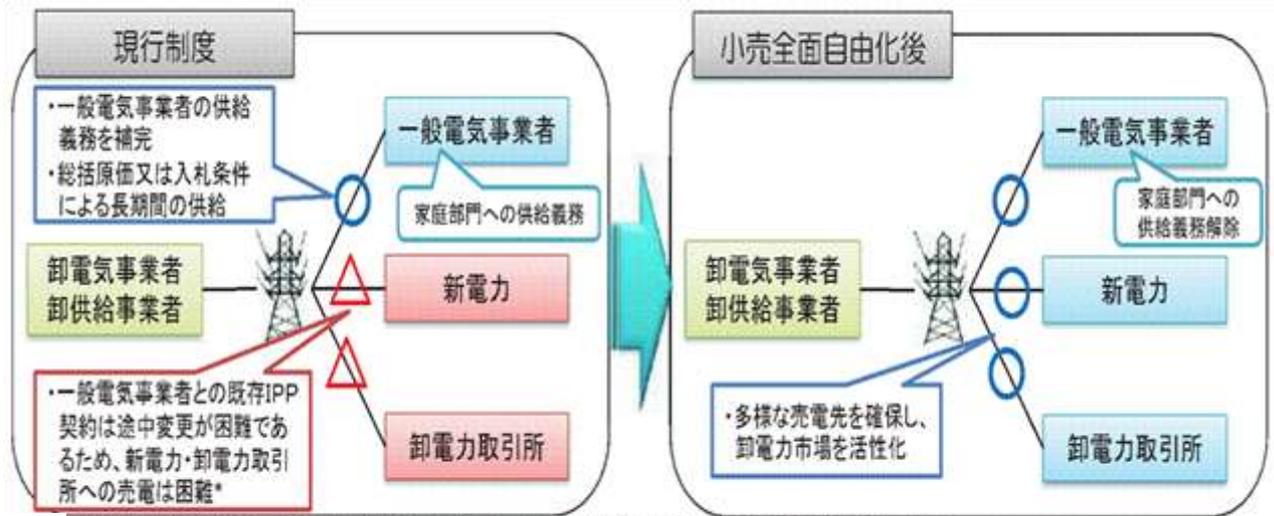
1. 零售全面自由化

以「增加需求方的選擇」為出集團經營 5 年願景發點，基本上，撤除限制，實行零售市場全面自由化。不過，伴隨自由化而來，恐怕也有需求方會蒙受不利的影響，所以也要謀求設置相對應的安全網。零售市場全面自由化包含(1)零售全面自由化（廢除地區壟斷）(2)撤消收費限制（廢除綜合成本方式）(3)在自由化下，籌劃保護需求方的政策。以達成最終保障服務的措施及於離島地區的電價採全國標準化的措施。

2. 批發電力市場活性化（發電方面的交易活性化）

配合零售市場全面自由化，撤除對供應者和電源多元化的批發市場限制，展示出建立新市場等的方向，推動發電端的全面自由化及撤銷批發市場的限制，此外，促進批發電力市場的活性化，使發電端的交易活性化。關於一般電業業者的強制措施，出現「因為什麼所以這是須要」的意見的同時，也有「既然實行自由化，所以反對強制措施」的意見，這方面今後將成為檢討的課題。一般電力業業者，最少也會投放超過供應預備能力的電源於批發電力市場。於市場或新電力上，為能充分利用批發電力業業者的電源，檢討務求令電力銷售業者多元化的方案。在預計到電源會長期不足時，公開招募電源建設者，建立制度，透過輸電收費中的附加費，由所有需求方負擔投資中不能收回的成本，以確保供電能力和足夠備載能力。

卸電気事業者…電源開発(株), 日本原子力発電(株) IPP…独立発電事業者



※2011年11月に公表した「卸 IPP電源の発電余力活用の具体的スキーム」により発電余力を新電力や卸電力取引所に売電している。

圖 4-5-11 現行制度與未來零售市場全面自由化

3. 網絡的廣域性・中立性（發電輸電分開）

一般電業業者，為回應社會的訴求，提議於一貫的發電輸電體制下，設立中立的獨立組織，同時表達發電和輸電配電之間協調的重要性，和對發電輸電分開的擔憂。另一方面，大部分委員贊同透過功能解除連結或法律解除連結，來確保送電配電部門的中立性，並於委員會中取得承認。除設置「廣域系統運用機關」，從確保以往各供應地區供應力的機制，轉變為更廣大範圍地，充分利用廣域性的機制，以達到確保輸電配電部門「廣域性」。在系統使用者變為多樣化中，為了確保各地區的輸電配電的中立性，透過機能分離或法的分離，以確保輸電配電部門的「中立性」。此外，有關週波數變換裝置 (FC)，目標是於 2020 年度，增強 90 萬 kW，達至 210 萬 kW，以增強設備及重新審視設備的運用，強化地區之間的連接。

所謂機能分離與法的分離說明如下：機能分離是指要求中立性的地區的系統計畫和系統運用機能，從地區的一般電業業者的輸電配電部門分開出來，交予廣域系統運用機關管理。「法的分離」是指輸電配電部門全體(設備保管，區域的系統計畫・系統運用、修建、保養)成為個別的法人。輸電與配電公司，如是沒有資本關係的個別公司的話，其所有權將會分離。

[電力会社]

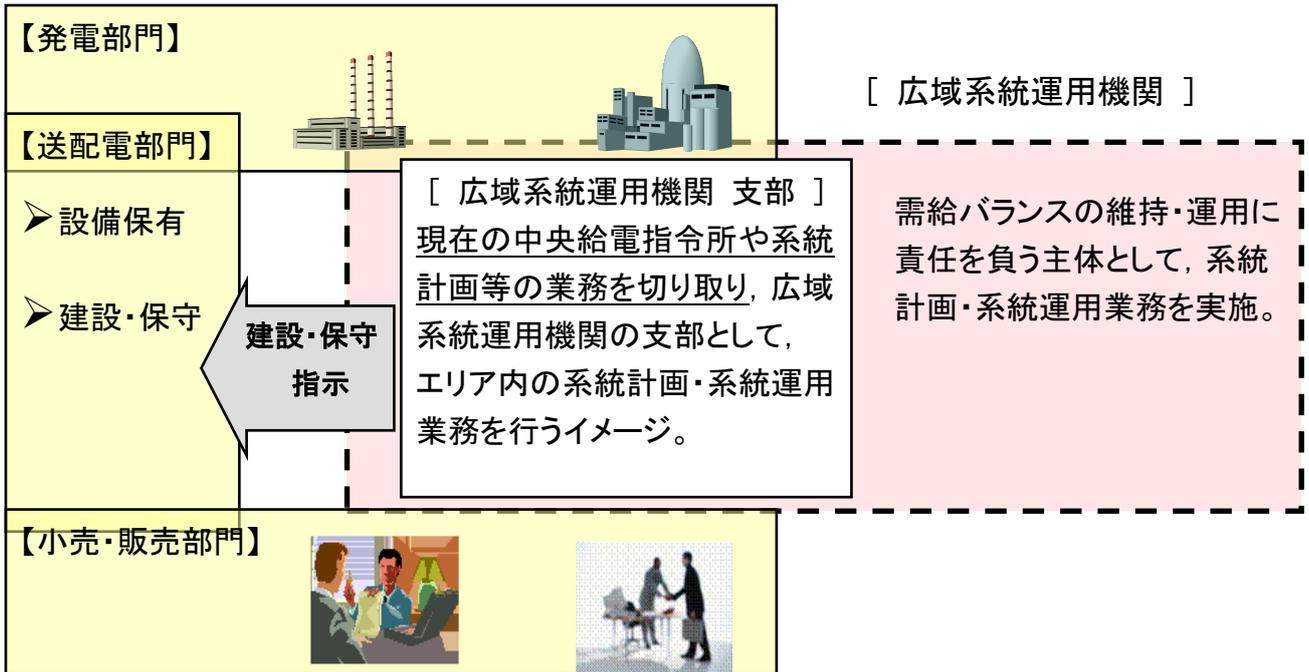


圖 4-5-12 廣域系統運用機關之規劃

[電力会社(分社化)]

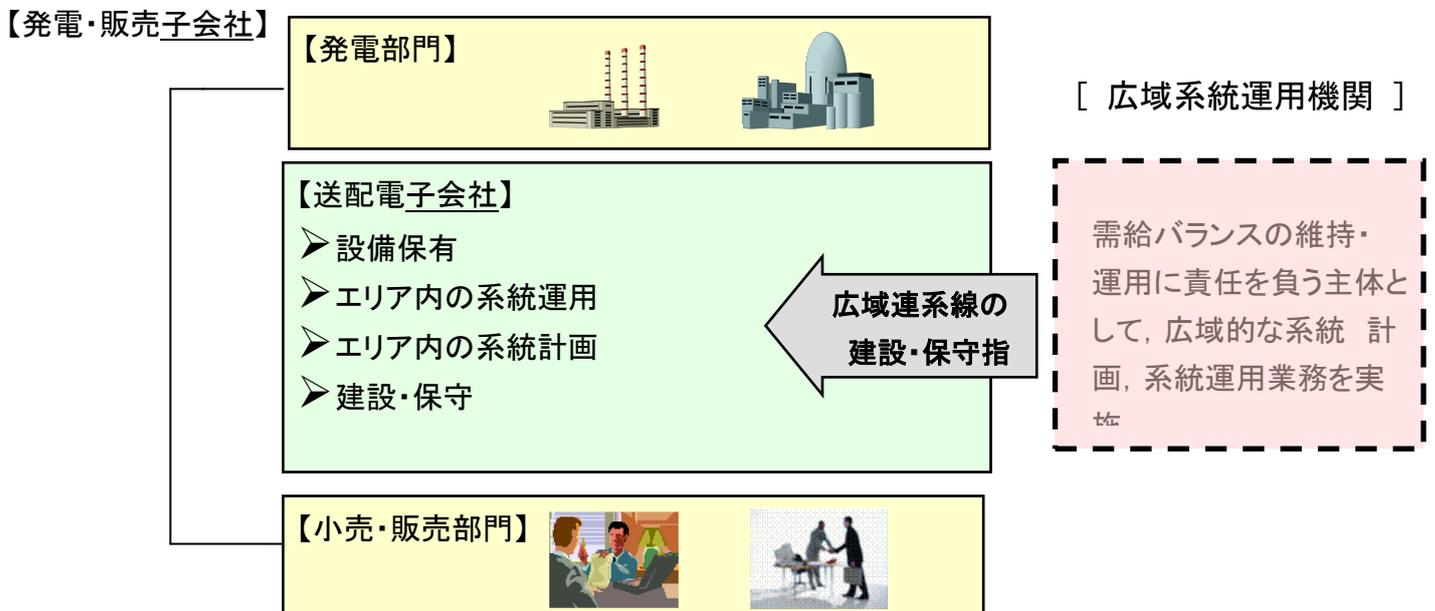


圖 4-5-13 法的解離規劃

4. 中電的因應對策

除了已提出的基本方針外，政府今後將會進一步做詳細檢討。畢竟電力是作為社會生活和經濟活動必需的基本建設，實現「廉價而穩定的電力供應」是極為重要的。因此，於檢討中是否符合日本的能源情況呢？對於客戶甚麼樣的制度才是最理想的？中電認為這些觀點都是不可或缺。作為電業經營者，運用一直以來培養出來的情報技術或知識，依據成本效益或花費的時間等，幫助釐清重要的事項或任務，以探討解決方案。

- (1) 零售市場全面自由化：對策是通過引入競爭以提升服務水平，務求提供多元化電力服務的機制，這方面的政策中電並不反對。不過，對於客戶，這樣有可能不全然是有利的，中電認為在籌備當中，將可解決公眾利益問題的制度設計也包括在內，是很重要的。
- (2) 發、輸電分離：於今後的檢討中，看清系統構造或連接線的狀況、競爭的進展狀況等，這些作為供需或系統・控制系統的設計前提的狀況和條件，同時，中電認為費用或過渡時期等方面的評核也是非常重要的。

(六) 心得與建議事項

很榮幸奉派參加日本中國電力公司第四十二屆觀摩團，對於從來未曾到過日本的我來說是彌足珍貴的經驗，說長不長說短不短的緊湊 10 天行程，有幸得以一窺日本人民生活文化及中電公司概况，無論在增廣個人見聞及知識方面，均獲益匪淺。此期間受到中電公司無微不至親切的款待，對於中電公司在參觀行程的安排，提供的食宿以及交通接送上的用心均留下深刻印象。

記得在前往柳井發電所途中，往車窗外看出去的景象，均是到處整齊乾淨的田園鄉村景象，突然看到一位老者身穿彩色條文背心，狀似清潔隊員，他正在路邊人行道上撿拾垃圾，引起我注意的是，這位老者站在同一處彎著腰用長柄垃圾夾仔細的在搜尋垃圾蹤跡，這景象令我感到意外，也印證了日本人做事的確仔細認真，即便是作清潔工作，他仍然當成一份神聖的工作在做。

就個人實習主題的討論，中電企劃部門人員的認真態度，令人印象深刻，每位主管都以精心製作的簡報作為讓個人了解的主要工具，花費不少心力，也不勝其煩的回答個人的疑問，直到休息時間或下班時間，此外，

個人為了取得其製作的簡報電子檔，於回國後以電子郵件請其提供，才發現中電對於電子郵件向外提供資料者，一率均自動由電腦系統加密，並另寄送密碼供其解密，防密之重視由此可見一斑。

有鑑於日本柳景發電廠廠區環境整潔優美，電廠廠內綠地如茵，廣植花草樹木，也闢有各種運動設備如棒球場、網球場、兒童遊樂場等供民眾閒暇時作戶外的活動，除此之外，另有兼具太陽能之淋浴屋供民眾於運動後使用，堪稱是附近居民最佳活動場所之一。

為改善與電廠周遭住戶關係，建議參考日本柳井發電廠，於電廠廠區內闢建一塊綠地作為附近住戶的散步或運動休閒公園，讓電廠周邊民眾與電廠增加互動，以增進民眾對電廠的支持。

六、先進變電所與調度系統-柴建業

(一) 研習動機與目的

本公司與日本中國電力株式會社(以下簡稱中電公司)於1966年締結為姊妹公司，並於1967年簽訂觀摩備忘錄，雙方議訂每年固定派遣人員互訪以交換經營心得，並加強彼此間對於電力經營經驗之交流，長久以來已累積深厚友誼及良好的合作關係。

近年來國際燃料成本高漲、國內環保意識抬頭，而電價調整又面臨民粹式的反對，使得本公司在經營環境上，面對前所未有的嚴苛挑戰，亟待借助日本中電公司之實務經驗，以降低營運成本、提高供電與服務品質，奠定公司永續經營之根基。

本次有幸獲派赴日本中電公司，期盼利用觀摩機會瞭解該公司對於降低變電所運轉、維護成本與人力、提昇事故處理之調度品質的實際作法，以加強本公司之設備可靠度，有效降低變電設備及配電線路之事故發生率及處理復原時間。

(二) 研習過程

表4-6-1 赴中國電力株式會社觀摩日程表

參訪目的	日期	觀摩內容	觀摩地點	接待部門	解說者
先進變電所與調度系統	10/17 上午	1. 中國電力之設備概要 2. 變電所設備維護規章簡介 3. 變電所防災對策	中電總公司 14樓大會議室	流通事業 本部 (變電擔當)	小野專任係長 福田專任係長
	10/17 下午	1. 無人變電所監視系統簡介 2. 中電推動CBM之實際作法 3. 中電配電線路事故復電之對策	中電總公司 14樓大會議室	流通事業 本部 (變電擔當)	小野專任係長 福田專任係長
	10/18 上午	地下配電變電所觀摩	鶴見變電所	流通事業 本部 (變電擔當)	小野專任係長 寺迫專任係長
	10/18 下午	超高壓變電所觀摩	西廣島變電所	廣島電力所 (發變電課)	小野專任係長 寺迫專任係長

本人此次觀摩行程，承蒙中電公司指派流通事業本部變電擔當之小野係長為主要之接待與解說人，小野係長對於變電領域之實務與理論兼備，更曾經擔任制御所之主管，經由此次的觀摩，使我對於中電公司變電與調度領域之實際作法，產生深刻的印象，也激發出許多不同於以往經驗的心得與見解，相信是此行最豐富的收穫。

(三) 研習心得

1. 日本國內電力系統概要

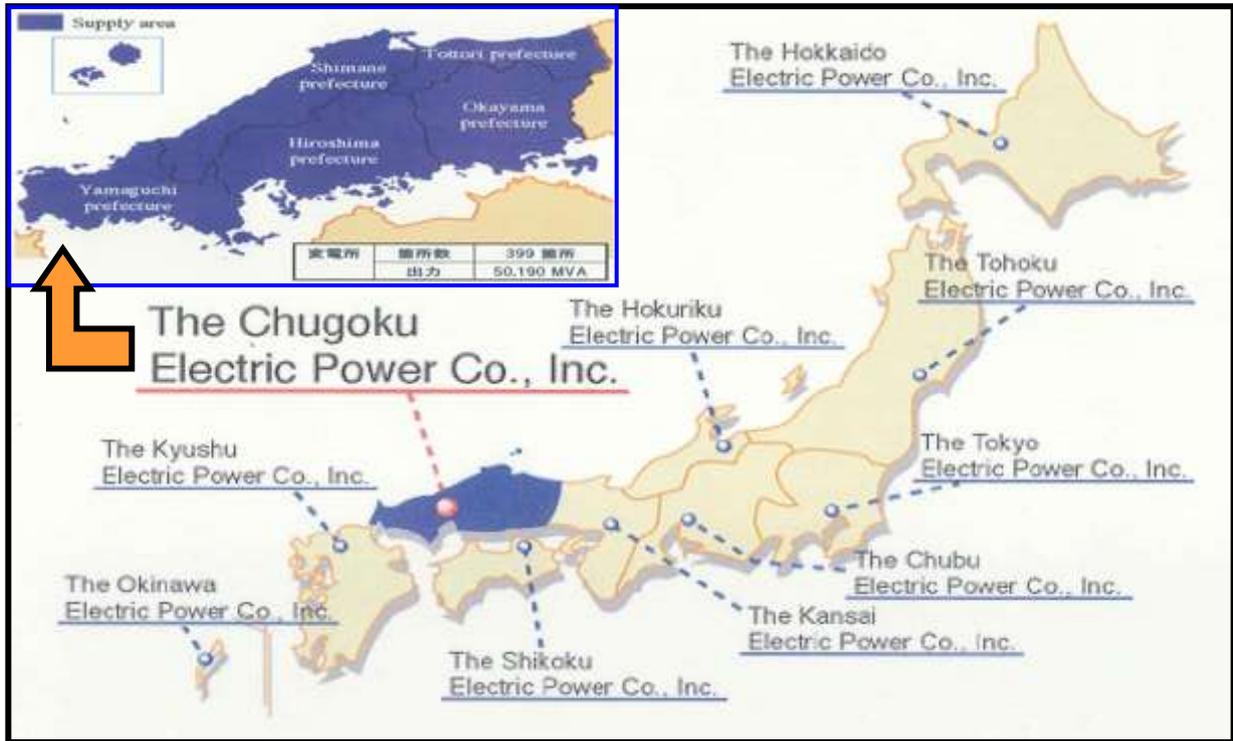


圖4-6-1 日本國及中國電力株式會社供電地區位置圖

日本國內之電力系統依其所處之地理位置，分別由北海道、東北、東京、中部、北陸、關西、中國、四國、九州、沖繩等10家電力株式會社構成之電力網組成。其間並以富士川為分界，北海道、東北及東京等三家株式會社位處東日本，其系統頻率為50Hz，另中部、北陸、關西、中國、四國、九州、沖繩等七家電力株式會社位於西日本，系統頻率則為60Hz，觀諸全球大多數國家，全國境內均採用50Hz或60Hz之單一頻率，全球僅日本、荷蘭、印度、巴基斯坦、阿富汗、賴比瑞亞、蘇利南等7個國家，採用國內混合不同的電網頻率。細究形成這樣的情境有其歷史背景，早在明治時代，源自東京電力前身的東京電燈與關西電力前身的大阪電燈，雙方就在系統應採用直流或交流有所爭論，直至西元1887年原採直流供電的東京電燈，評估後認為交流系統較佳，而決定將輸送的電力由直流改為交流，並開始引進德製之50Hz發電機；而關西電力前身的大阪電燈，因自始即選擇以交流供電；並已採用美製的60Hz發電機，後來逐漸發展成為今日東、西日本電網頻率不一之情形。

平時東、西系統內頻率相同之電網間可利用連絡之輸電線路（500kV）互通有無；當東（共計 3 社）、西（共計 6 社、未包含沖繩）兩系統間需

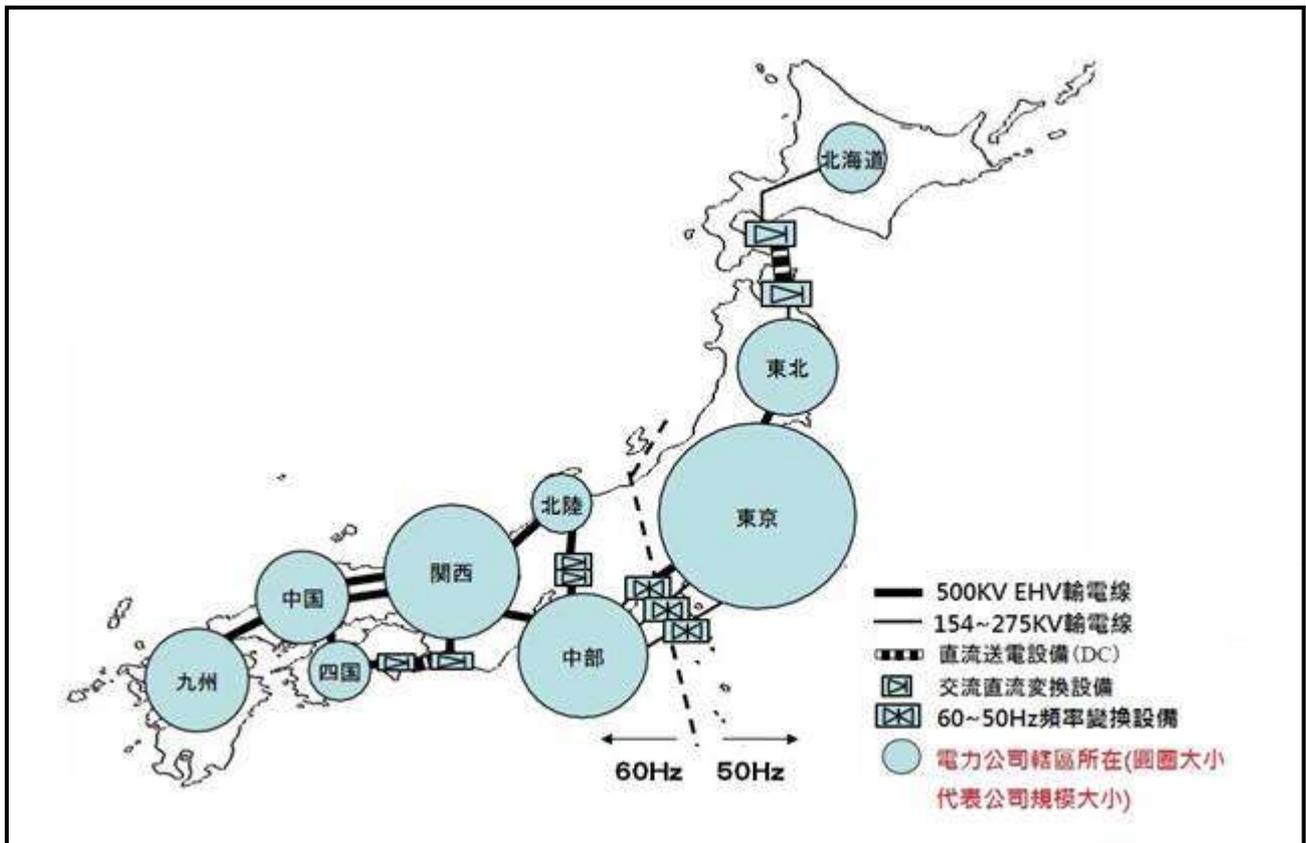


圖4-6-2 日本各電力公司互聯電力系統示意圖

(資料來源：http://www.escj.or.jp/news/2006/061020_gi_jyutsu.pdf)

要融通支援時，則因系統頻率不同，必須經由周波數（頻率）變換所，將電力頻率轉換後，方能供系統調度應變運用，日本國內原本已設有新信濃（1977年加入系統）、佐久間（1965年加入系統）等2所周波數變換所，近年來考量不同頻率系統之調度彈性，需增加系統間支援能力，故另行建置東清水周波數變換所，並已加入系統運轉，其中新信濃周波數變換所的變電能力最大為60萬千瓦；佐久間變換所的變電能力為30萬千瓦；東清水變換所則僅有10萬千瓦，總計3所之總變電能力計為100萬千瓦。由於當初建置周波數變換所之原始目的，並未考量重大災害發生時的調度容量，因而導致在311震災時，東京電力原供電量可達5,200萬千瓦，因地震驟降為3,100萬千瓦，搶修受損的火力發電設施及獲得關東系統內其他電力公司的電力支援後，供電量勉強增至3,750萬千瓦，但仍有約1,000萬千瓦的電力缺口，原應可由關西系統予以補足，但關西系統雖有剩餘之發電能量，卻受限於前述3個周波數變換所的總變電能力，遠遠不敷所需，造成各電力公司間面對大災難卻束手無策。

形成此一現象，主要肇因於日本國內各電力公司自從民營化後，採取企業化經營模式，跳脫公營事業之保護與限制，因此一切以公司獲利為最高指導原則，而由投資頻率轉換設備到加入系統運轉約需時1 ~ 1.5年，且需耗

費大量經費，卻無法立即增加營收與獲利，因此平時未予以高度重視，惟遭逢世紀災難後，電力公司間對於加強周波數變換所的變電能力，已重新檢討及重視。而另一有趣之現象，為東海道新幹線興建時採用了60Hz機車系統，但當列車駛入50Hz供電區域時，即必須在鐵道沿線設置周波率變換站，將供應列車使用的電力轉換成60Hz。

此外日本國內除電力公司間常用的500kV交流輸電系統，另在北海道及關西部分輸電線路採用高壓直流輸電，而一般直流輸電系統大致運用於長距離輸電情況，目前其優、缺點分別為：

優點：

- (1) 無集膚效應，可減少線路投資。
- (2) 解決再生能源與交流系統之併連問題。
- (3) 無功因角問題，不需要線路補償。

缺點：

- (1) 整流器投資昂貴，且需要消耗較多的無效功率。
- (2) 整流器為一諧波源會產生電力污染，且無過載能力。
- (3) 目前尚無適用的直流斷路器

台灣地狹人稠，輸電線路之長度較諸全球其他主要電力公司為短，評估使用交流輸電之成本應比直流便宜，因此未有興建長距離高壓直流輸電線路之必要。而日本國內設置高壓直流輸電線路，主要亦是著眼於成本考量。

2. 中電公司電力產銷與傳輸部門分工狀況



圖4-6-3 中國電力株式會社電力產銷傳輸部門分工圖

中電公司之總社位於廣島市，主要負責供應日本中國地區之鳥取、岡山、廣島、島根、山口等5縣之電力需求，其中有近半數之電力（按島根核能發電廠停機後）係由山口縣境內之發電廠所提供，但主要用電區域卻大多集中於廣島縣、市。分析中電公司之電力系統構成分工，大致亦與本公司類似，其主要單位分工如下：

- (1) 『電源事業本部』 (Power Generation Division) 負責電源端之核能、火力發電所之興建、運轉與維護，目前該公司運轉中之火力發電所計有下關、新小野田、下松、柳井、岩國、大崎、竹原、福山、玉島、倉敷、水島、三隅等12所及島根原子力發電所（中電公司負責營運之西鄉、黑木、見島等3所離島發電所，均為內燃發機電機組，與97所水力發電所均由流通事業本部運轉）。

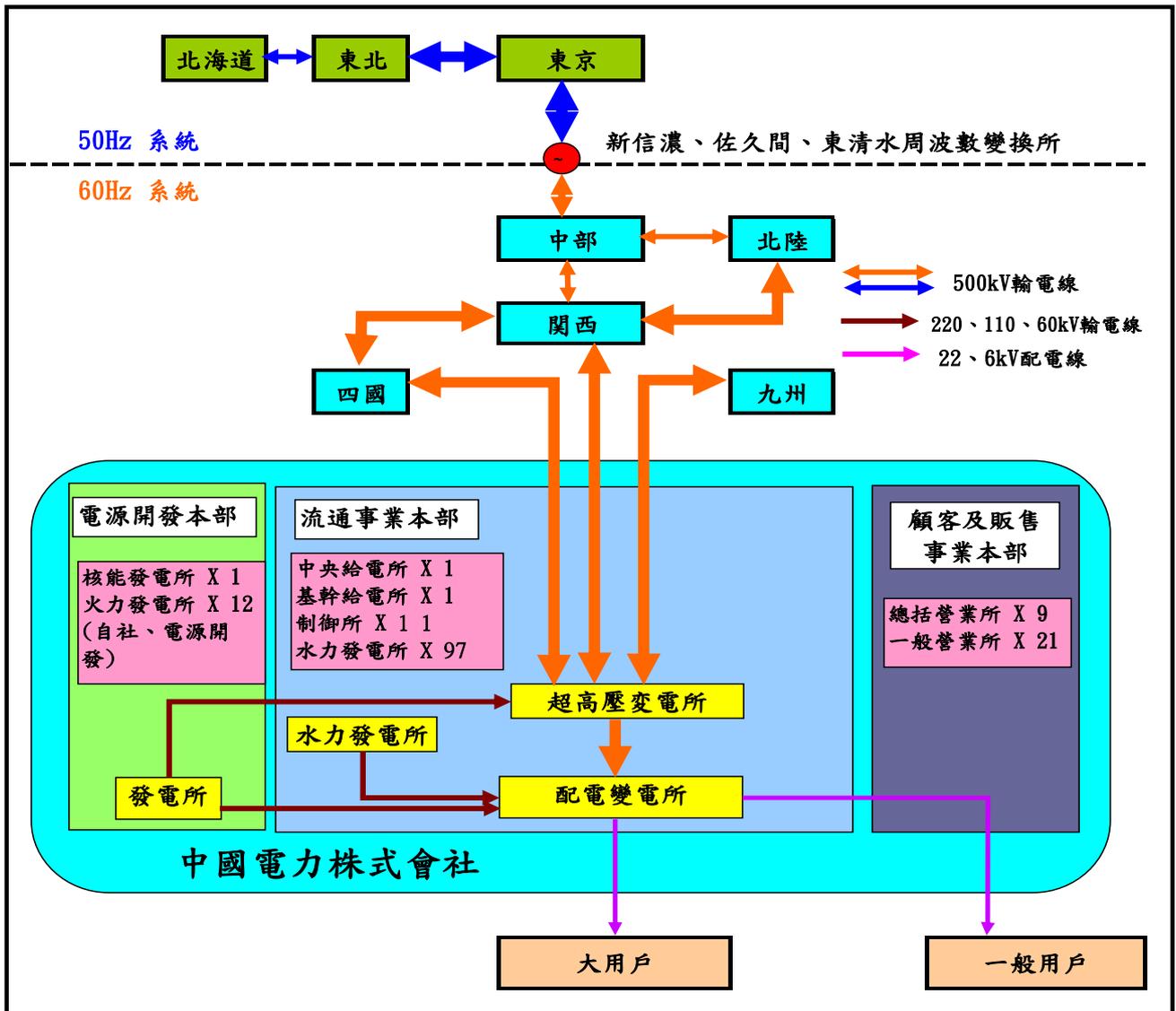


圖4-6-4 中國電力株式會社自社電力輸送網路圖

(2) 『流通事業本部』 (Power System Division) 負責統籌輸電線路及變電所之建置、維護與調度系統之運轉。其中輸電網路係由500、220、110、66kV等電壓等級之輸電線路所構成；變電所部分依其電壓等級大致可分為超高壓變電所與配電變電所，合計共有399所；而就調度系統而言，從負責電源及輸電幹線調度的中央給電指令所、實際調度電網幹線的基幹給電制御所，乃至於負責區域級配電變電所調度作業的津山、倉吉、岡山、倉敷、尾道、廣島、廣島北、出雲、益田、周南、宇部等11所制御所，均隸屬於流通事業本部所管轄，可使調度指令及運轉操作一元化，而維護與調度人員之調派亦較富彈性，人員可相互支援與輪調；此外與本公司類似的制度設計，為將再生能源(含揚水式與一般水力發電所)之調度權及離島發電所之運轉維護權，均歸屬於流通事業本部。而此次觀摩主要項目為調度系統與變電運維作業，實習對象與地點均為流通事業本部之發變電部門。

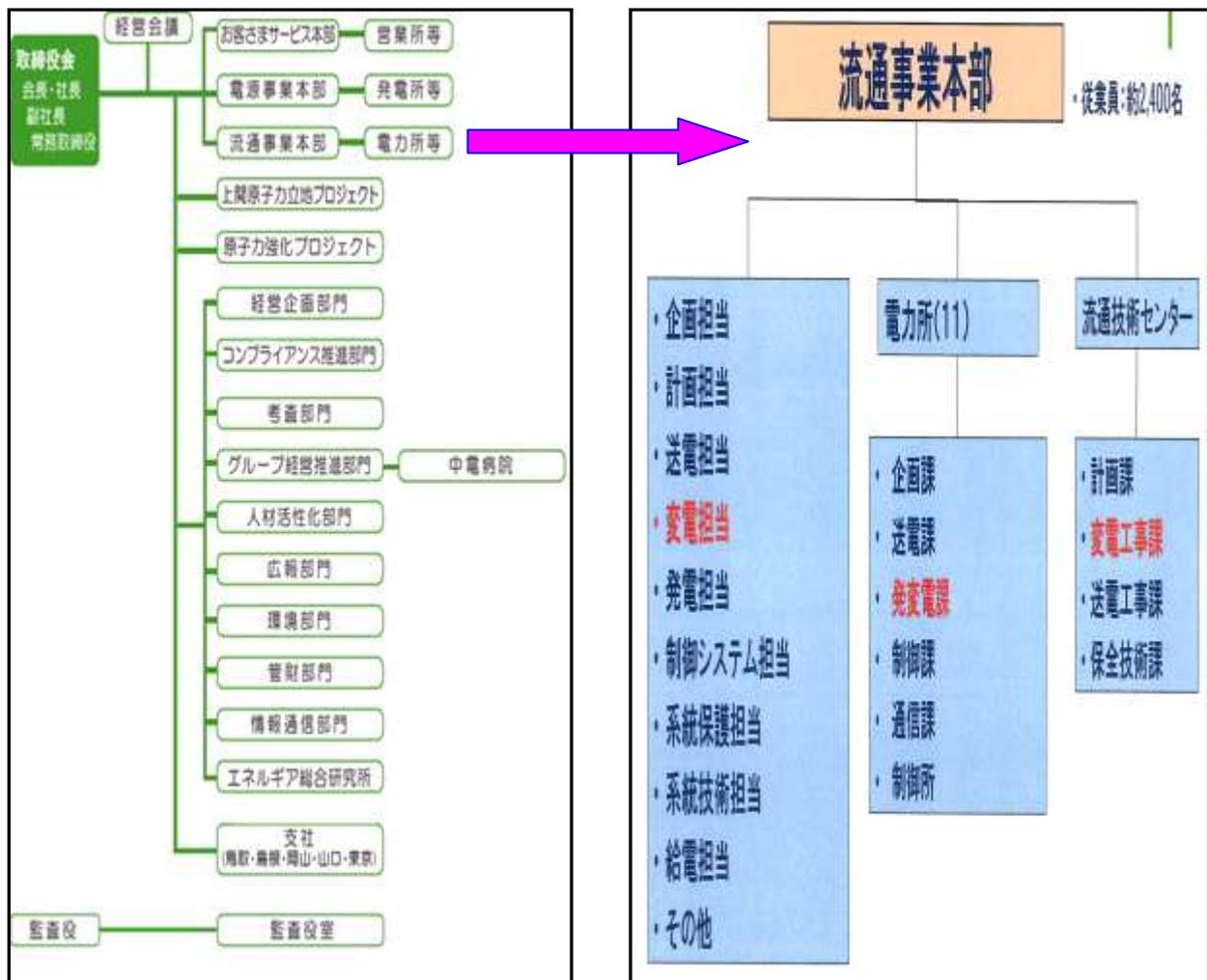


圖4-6-5 中國電力株式會社流通事業本部組織圖

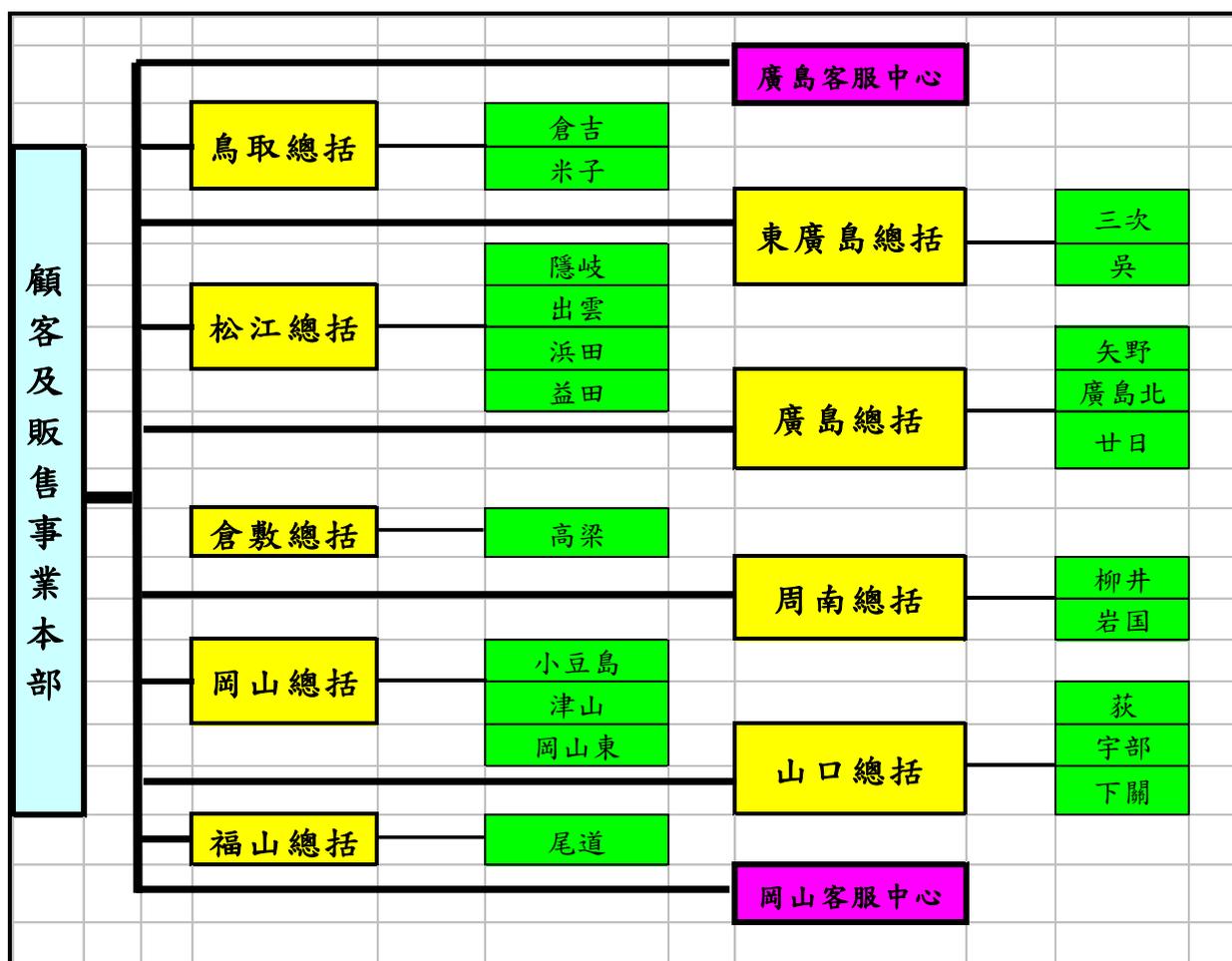


圖4-6-6 中國電力株式會社營業所組織圖

(3) 『顧客及販售事業本部』(Energy Marketing and Services Division)

負責與用戶關係密切之變電所饋線調度及配電線路之建置與維護，與本公司編制極為類似，在中電公司民營化及自由化過程中，營業所組織之變動最為頻繁，從最初隸屬於各支社，後考量統一事權與作法，將所有營業所全部改隸於事業本部，至2008年2月再將原有的33個營業所及5個服務所，整併成為鳥取、松江、岡山、倉敷、福山、東廣島、廣島、周南、山口等9所總括營業所、21所營業所及2個客服中心，事業本部僅直接管轄總括營業所，總括營業所再管理轄區內1~4所營業所。各總括營業所設有企劃總括課、營業總括課、配電總括課、運轉控制中心、用戶服務課、營業課、料金課、配電課、配電計劃課、配電運營課、配電制御課、配電保修課（第一課、第二課）；一般營業所至少設有用戶服務課與配電課，再依服務區域及用戶數量，考量配置配電運營課及配電計劃課。中電公司於岡山及廣島另設有2個客服中心，岡山客服中心服務岡山、鳥取及島根縣之用戶，而廣島客服中心則服務廣島及山口縣之用戶，其服務狀況與本公司北部及中部客服中心相同，均為24小時值勤。

3. 中電公司階層調度系統簡介

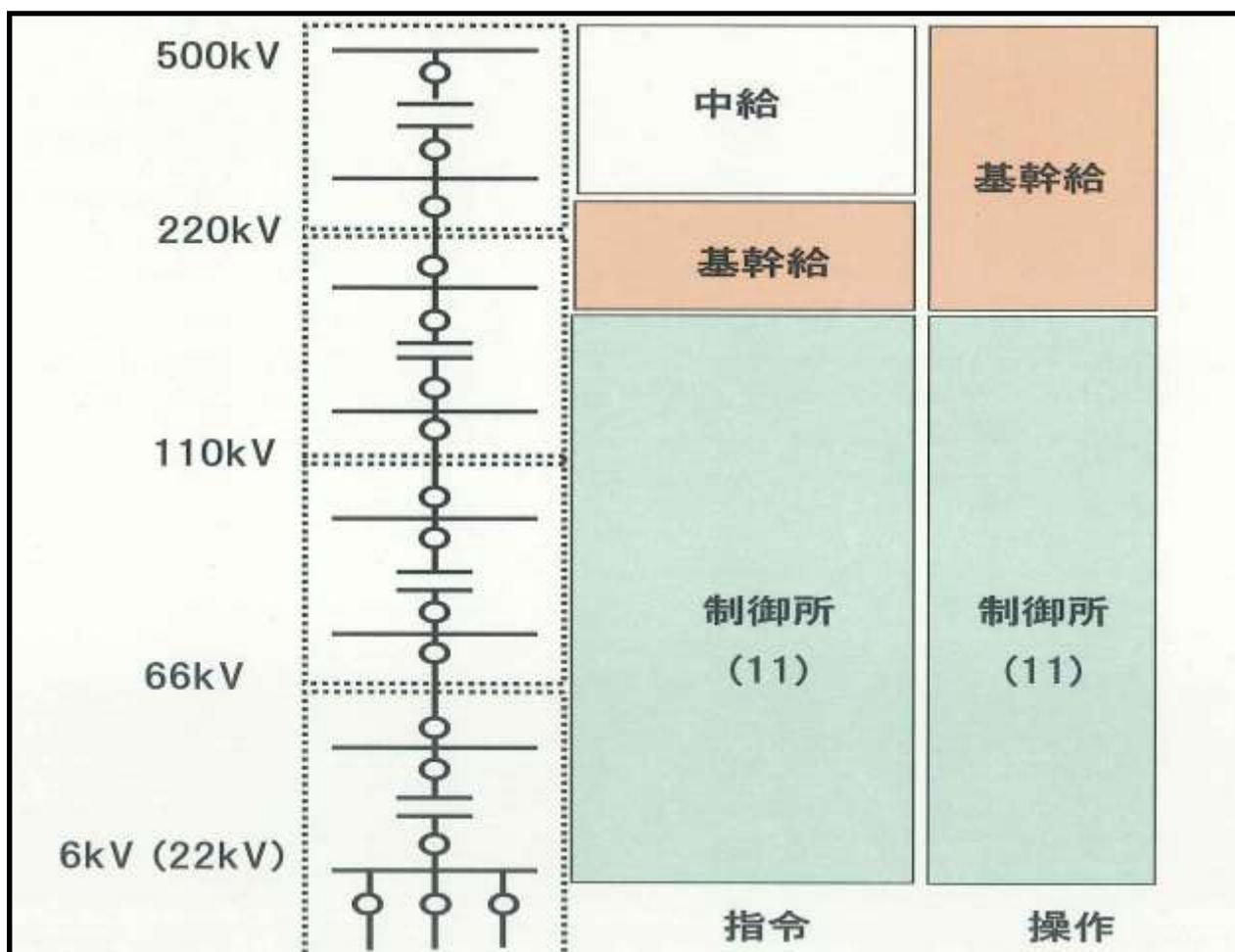


圖4-6-7 中國電力株式會社階層調度權責與分工(電壓別)圖

中電公司對於電力系統之調度與本公司大致相類似，同樣設有三階層之調度系統，依電源端開始分別設置中央給電指令所、基幹給電制御所、制御所，惟仔細分析其職責與調度範圍，又與本公司之三階調度系統（中央調度中心、區域調度中心、配電調度中心）有明顯之差異，茲介紹中電公司之階層調度系統並分析與本公司系統間之差異處：

(1)中央給電指令所：為中電公司電力調度之最高階運籌中心，其位階相當於本公司之中央調度中心（CDCC），位置設於該公司總社之 15 樓，主要之職責為公司供電範圍內整體電源系統之調度、500kV電力系統之供需規劃及負責與日本國內9家電力公司之廣域電網的協調運用與電力融通等工作。其主要之工作任務為：

- 1)電力需求與發電的供需平衡管理(Demand and Generation Balance Management)、
- 2)經濟效益管理(Economic Efficiency Management)、

3) 電網管理(Network Management)。

與本公司中央調度中心的運作差異，主要在於中央給電指令所對於系統之調度，係指令下一階層之基幹給電制御所進行實質操作，而本公司之電網規劃與執行作業均由中央調度中心執行，而其值班方式採六班制，每班為3人，每天由三班輪值、一班為輪休（4班3值），另每日有兩組日勤班，一班負責負載預測並依經濟調度原則安排發電組合及500kV系統停止要求書之審查事宜，另一班為調度訓練及代班。每班經輪值56天後（14輪）後，改值日勤班28天。

- (2) 基幹給電制御所：為中電公司輸電網路之實際調度、操作部門，其位階相當區域調度中心（ADCC），位置設於該公司岡山市，其職責類似本公司中央調度中心負責之電網操作及區域調度中心負責之一次系統調度與操作，該制御所於2004年運轉後，已完整取代公司原有5所給電所（山口市、廣島市、岡山市、松江市、鳥取市）之全部功能，其主要之工作項目為供電範圍內超高壓變電所（新岡山、新廣島、日野、新山口、東山口、西島根、新西廣島、智頭、東岡山、北松江等共計10所，均為無人化之遙控變電所）之集中監視及控制，220kV骨幹系統之調度運用，此外該基幹給電制御所於建置時已考量異地備援（Back-up）功能，因此中央給電指令所與基幹給電制御所，已建有彼此相互異地備援之功能與運作機制，該機制於日本311地震災害時，已發揮相互支援之功效，且與本公司分別於台北、高雄建置之中央調度中心，考量之因素相同，對於確保電力系統之運轉安全已產生實質之功效。其值班方式採五班制，每班亦為3人，每天由三班輪值、一班為輪休（4班3值），另一班為日勤班，負責220kV系統停止要求書之審查、調度訓練及代班事宜。
- (3) 制御所：為中電公司二次系統輸電網路及配電變電所之調度操作部門，惟並未包含配電變電所之饋線斷路器操作，故其位階相當本公司區域調度中心及配電調度中心（ADCC + DDCC）。中電公司共設有宇部、益田、周南、廣島北、廣島、尾道、松江、倉敷、岡山、倉吉、津山等11所制御所，其位置則依功能需求，分別配置於中國地區之五個縣境內，其主要之工作項目為區域內電力系統（60kV以下設備）之調度、220 kV以下的水力發電廠、變電所之監視及控制。自基幹給電制御所加入運轉後，為分擔給電所裁撤後之部分功能，制御所調度範圍亦配合擴大至管轄區域內電力系統（110kV以下設備）的運用，其值班方式亦與基幹給電制御

所完全相同，採五班制，每班亦為3人，每天由三班輪值、一班為輪休（4班3值），另一班為日勤班，負責110kV以下系統停止要求書之審查、調度訓練及代班事宜。

表4-6-2 中國電力株式會社階層調度權責與分工表

調度部門	數量	權責及分工
中央給電指令所	1	500kV系統運用(含指令基幹給)
		指令基幹給對火力、核能、主要水力之需給運用
		負載預測、需求預測
		供電區域調度、電力融通、頻率控制
基幹給電制御所	1	接受中央給電指令所的指令，進行500kV無人化變電所監視操作
		事故監控、電壓調整
		基幹系統（220kV設備）電力調度
制御所	11	轄區110kV設備調度
		事故監控、復電操作
		220KV以下無人化水力、抽蓄發電所、變電所之監視控制
營業所 (隸屬於顧客及販售事業本部)	30	22kV、6kV配電線監視控制
		22kV、6kV配電線運轉與調度

(4)中電公司調度系統之組織整併：由於監控技術的快速發展與網路建設之普及化，中電公司自1970年計劃逐步完成轄區內各型變電所及水力發電所之遙控系統，並自1995年開始建置配電自動化系統，同時將變電所配電饋線之監控，改由30所營業所之配電部門負責。相關組織之整併，主要係配合科技發展，朝向組織精實的目標邁進，其規劃之方向大致為：

- 1) 制御所之合併：自1970年開始配合監控設備之發展，實施變電所無人化，並開始建置小規模制御所，共成立74所制御所。1983年配合網路技術成熟，推動建置中規模制御所，將制御所數由74所縮減為32所。隨後將小水力發電廠亦納入集中監視控制，並將中規模制御所規劃合併為大規模制御所，使制御所數由32所縮減至目前之11所，制御所逐步擴大其監視控制規模，實為中電公司不得不為之措施。
- 2) 給電所合併為基幹給電制御所：中電公司自二戰後既已設立5所給電所，當時其下所管轄之發電所、變電所共計有249所，隨日本經濟快速發展至1997年其管轄之發電廠、變電所已達459所，為因應合併後功能強大的制御所，各給電所均直接經由制御所進行監視及控制功能，由於功能重疊，遂於2004年2月將5所給電所合併為1個基幹給電制御所。

3) 500kV變電所無人化：隨著2004年2月將原有給電所合併成為基幹給電制御所後，中電公司同時推動將原由中央給電指令所指令操作之500kV變電所（人員值班），建設為無人化遙控變電所，並改由基幹給電制御所進行監視及控制（遙控操作），及至2008年2月歷經4年完成所有9所500kV變電所無人化之目標，目前500kV變電所在北松江變電所加入系統後，已增為10所無人化變電所。

4. 中電公司變電所保全設施與維護作業概況：

中電公司現有各型變電所共399所，其中以屋外式334所佔絕大部份；屋內式變電所僅52所，大部分均建置於大都市內；而地下變電所則只有13所，均位繁華之都會區域，採自有土地共構或長期租用大樓之地下樓層。目前該公司對於建置變電所之基本政策極其明確，以屋外式並配置氣體絕緣設備（含氣體絕緣斷路器（GIS）與氣體絕緣變壓器（GIT））為主，以節省建設空間，而屋內式及地下變電所僅在繁華都市且購地困難區域，方考慮設置。

表4-6-3 中國電力株式會社變電所型式分類表

種類 \ kV	500	220	110以下	Total
屋外	10	12	312	(334)
屋內			52	(52)
地下		1	12	(13)
合計	(10)	(13)	(376)	[399]

由於中電公司現有399所各型變電所均為無人化，但其保全與防災設施相對於本公司變電所之設計較為簡單，其主要保全設施之規劃原則包含：

- 1) 主變壓器之消防滅火設備
- 2) 紅外線門禁與圍籬設備
- 3) 智慧型影像監控（ITV）系統（防範成效顯著惟考量設置成本，僅在500Kv超高壓變電所及部分有安全考量之變電所設置）
- 4) 變電所保全及火災警報均僅連結至相關制御所，未直接與警政系統連結。
- 5) 防範水災設施（僅於建築屋內式及地下變電所時，將變電所入口處適度予以墊高）

6) 其他防範措施（原則上完全依照日本國內法令及公司內規設置，若未有規範之設施，原則不考量設置）

細究中電公司對於變電保全與防災設施之設置理念，主要考量為符合法規，只要法令要求的裝設之設備，務求完整設置並確保其運轉狀況良好，而對於非法規規範之設施，除非設置成效顯著且有明顯效益，否則不輕易嘗試。形成如此之規劃概念，主要原因為日本國內企業與民眾良好的守法性，另與中電公司為民營公司，無須背負政策任務，公司與員工之考量重點，均以提高企業獲利有關。

5. 中電公司變電設備維護作業概要

中電公司對於公司內變電設備之維護作業，主要係依據日本國內之『電氣事業法』（相當於國內之電業法）、『電氣工作物保安規程』（相當於國內之屋內、外線路裝置規則）及中電公司制定之『流通關係維持要則』。

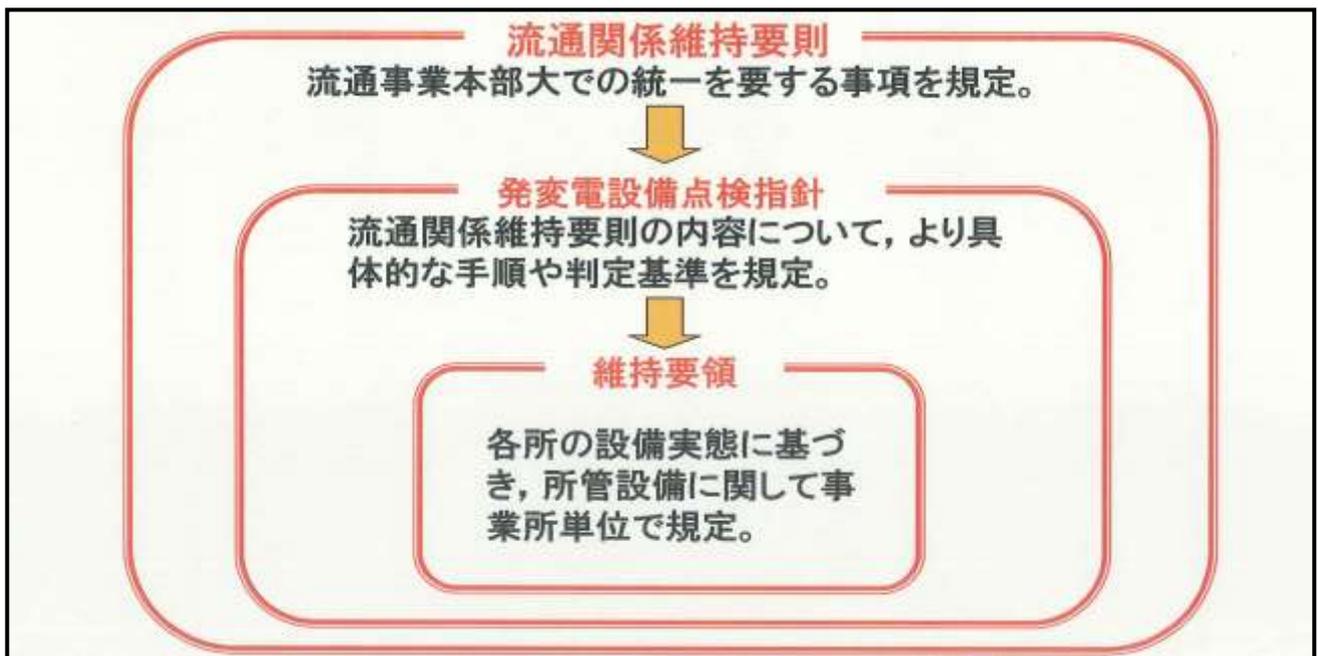


圖4-6-8 中國電力株式會社變電設備維持要領制定程序圖

流通事業本部之相關部門，再依照公司級之『流通關係維持要則』的規定與精神，據以擬定『發變電設備點檢指針』，而各別變電所或發電所之運維單位，則須針對不同設備，各自擬定適用之『設備維持要領』。由設備維護點檢之制定程序而言，大致與國內及本公司相似，惟中電公司對於作業章則之訂定程序與內容極為嚴謹，且已利用電腦系統管控維護作業中之各項程序，並利用系統追蹤管控執行成效，故其變電設備之妥善率，均能維持在相當良好之狀態。

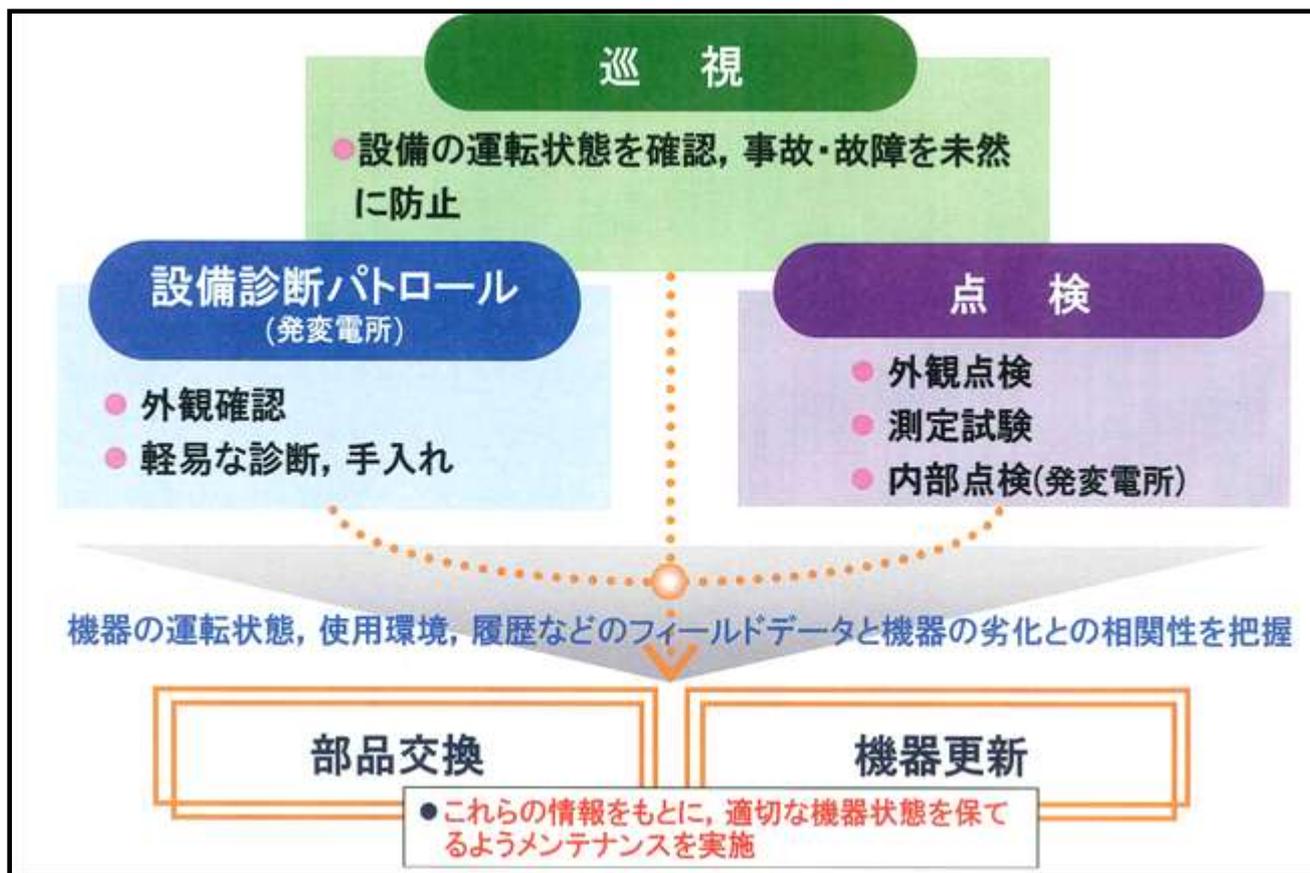


圖4-6-9 中國電力株式會社流通關係維持要則規定內容概要圖

流通事業本部所依據之『流通關係維持要則』，對於設備平時之維護作業，大致著重於下列3大項目：

- 1) 巡視作業：可概分為
 - A. 日常之普通巡視：依不同設備規定之巡視週期進行
 - B. 特別巡視：重點設備加強巡視或調查、確認設備與環境狀況
 - C. 預防性巡視：針對颱風、豪雨等異常天候或設備環境變化，所實施之加強檢視。

表4-6-4 中國電力株式會社輸變電設備巡視種類分類表

巡視種別	頻度	内容
普通巡視	1回／6箇月 基幹送電線 1回／3箇月	電線路の設備の状況調査 (電線路付近の樹木, 建造物状況等, 全線路にわたって実施)
特定巡視	1回／1箇月	電線路經過地の状況変化が著しい区間の調査・確認
予防巡視	必要の都度	電線路付近での工事・作業箇所での事故発生予防 台風期, 豪雨雪期, 風揚げ期, 竹木伸長期, 鮎釣期等事故発生予防
予防巡視	必要の都度	電線路事故発生時の事故箇所の発見および把握

- 2) 設備狀況診斷作業：針對各別不同設備之特性，進行特定之簡易檢查與測定作業，一般設備之狀況診斷作業實施週期小於點檢週期。

表4-6-5 中國電力株式會社輸變電設備狀態診斷分類表

機器名	頻度	内 容
機器全般	1回/1年以上	外観点検
給排水装置	1回/1年	吐出量測定またはポンプ動作確認
負荷時タップ切換装置(LTC)	1回/1年	駆動電力測定または駆動トルク測定
圧縮空気発生装置	1回/1年	吐出量測定
避雷器	定格210kV以上 1回/1年 定格210kV未満 1回/3年	漏洩電流測定(変圧器中性点用以外)

- 3) 點檢作業：

- A. 初回點檢作業:加入系統運轉滿1年設備所進行之特別點檢作業
- B. 普通（外部）點檢作業：依不同設備規定之週期，定進行之點檢作業
- C. 細部（內部）點檢作業：依不同設備規定之週期，進行之點檢作業，惟較普通（外部）點檢週期長，且須進行各項測定試驗。
- D. 臨時點檢作業：狀況診斷或巡視發現異常時，進行之點檢作業

表4-6-6 中國電力株式會社輸變電設備點檢種類分類表

点検種別	頻度	内 容	
定期点検	初回点検	使用開始後 1年程度	初期異常の発見を目的として実施(主に送電線主要設備(鉄塔, 碍子, 架線金具, 電力ケーブル))
	普通点検	1回/3年 1回/6年 1回/10年 (設備の特性を考慮して決定)	定期的または適宜に主として外部から行う点検
	細密点検	必要の都度	定期または適宜(具体的数値管理により実施時期を設定する場合等)に行う 普通点検より, 詳細に行う点検
臨時点検	必要の都度	設備に異常を認め, 詳細な診断等が必要となった場合に, 必要な項目について行う点検	

中電公司對於變電設備之維護作業，主要係經由前述3大類（巡視、診斷、點檢）作業計劃之確實執行，以確保設備狀況，並可作為細部點檢時機、設

備零組件更換及更新之重要判定依據。

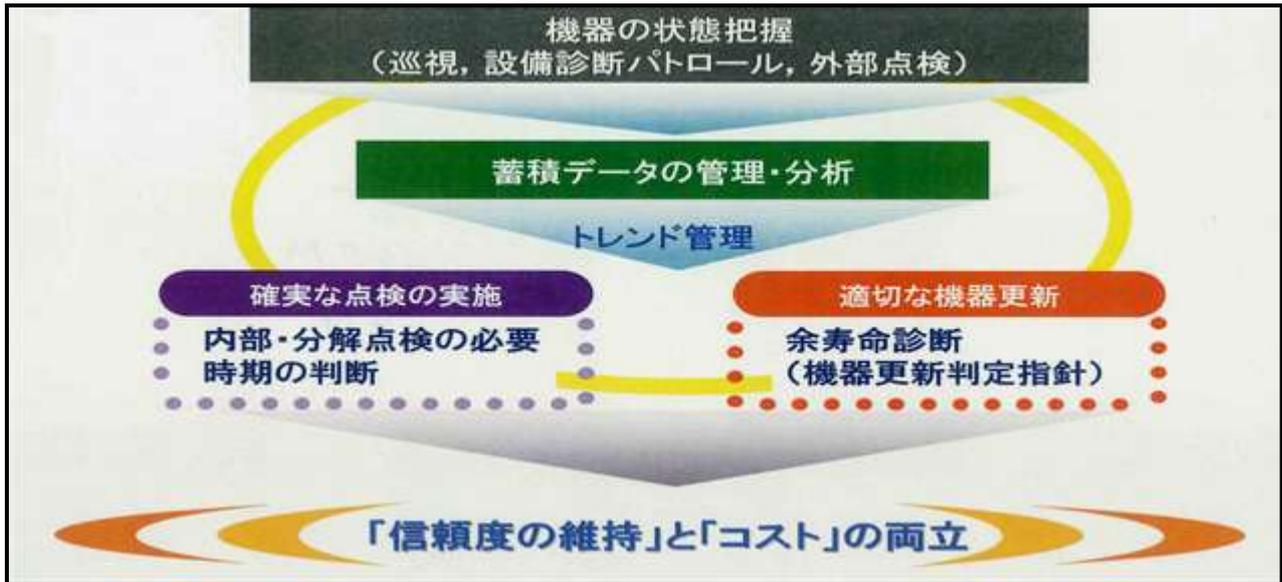


圖4-6-10 中國電力株式會社流通設備維護計劃效益分析圖

然而再完善的維護保養計劃，若缺乏嚴密之管理機制，亦難達成原先規劃之功效，為此中電公司特別規劃『流通設備保安全管理系統』，以管控各類變電設備之維護計劃，並可提供事故發生後，調度人員分析判斷之重要依據。本公司業務系統亦建有二次變電設備資產管理系統 (SSFMS)，其設置精神類似，惟中電公司之系統功能強大且資料內容豐富，值得本公司學習與借鏡。



圖4-6-11 中國電力株式會社流通設備保安全管理系統功能示意圖

中電公司之『流通設備保全管理系統』，提供自設備購置、安裝、加入系統運轉、維護保養、零組件汰換、事故故障原因分析，乃至設備更新之所有資料，可謂設備完整的身分證與健保卡，尤其該管理系統為全公司一體適用，因此可發揮對設備故障原因之整體分析效益，個別單位所擬定的防範對策，亦可經由該系統提供公司內所有單位分享，充分發揮水平推展之功效。以下為該系統主要功能之簡介：

- 1) 設備資料管理：
 - A. 設備資產基本資料之管登
 - B. 設備維護保養資料之管登
- 2) 巡視點檢作業管理：現場作業後，利用無線網路即時傳輸登載系統。
 - A. 設備巡視點檢項目與試驗之管理
 - B. 設備巡視點檢紀錄與報告之制作



圖4-6-12 設備保全管理系統點檢作業流程示意圖

- 3) 保全計劃管理與分析
 - A. 設備中長期點檢計劃之管理
 - B. 公司內設備狀況之統計與分析
- 4) 設備故障事故情報管理
 - A. 設備故障狀況及事故報告之管理
 - B. 故障設備改善及修復計劃之管理
 - C. 公司內同類設備防範對策之管理

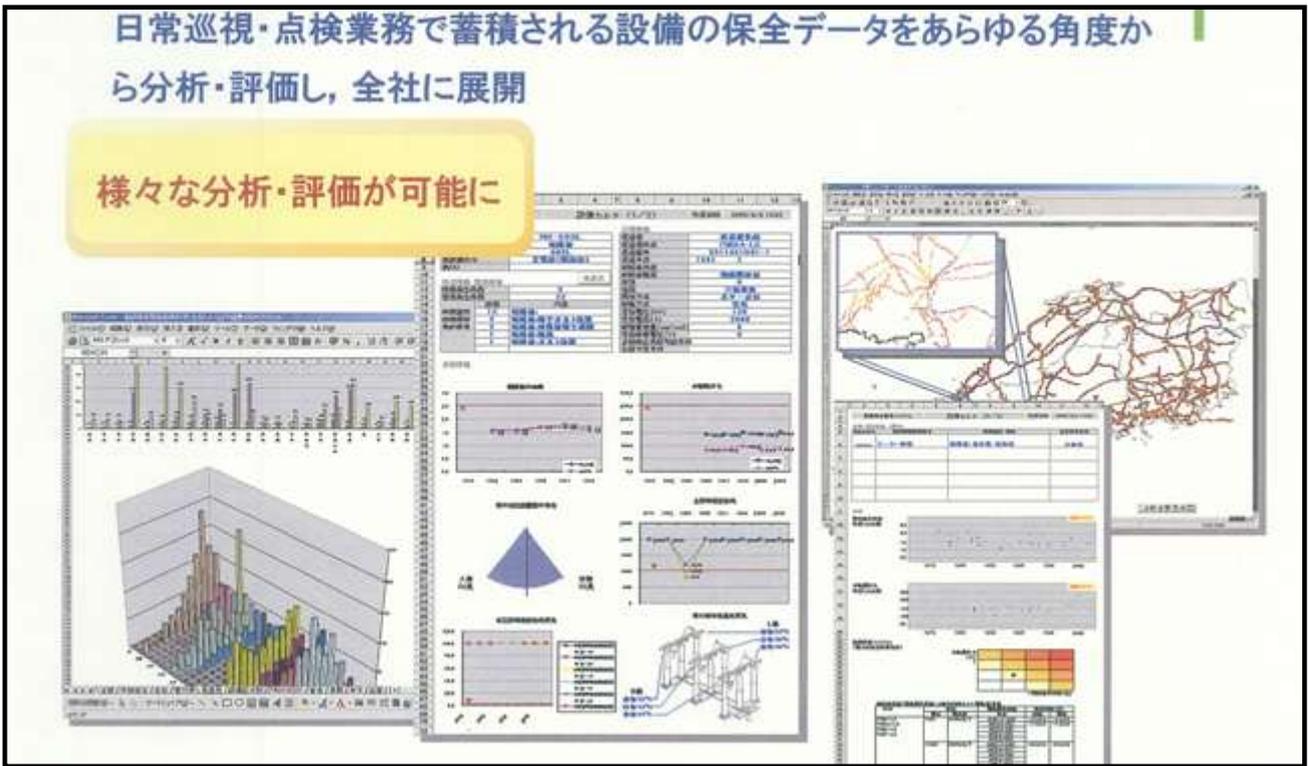


圖4-6-13 設備保全管理系統保全計劃管理流程示意圖

中電公司對於設備所採用之狀態維護基準（Condition Base Maintain, CBM）作業，主要係利用各類設備之運轉特性，所發展出特有之檢測、診斷項目，並據此作為擬定設備細部點檢時程之重要判斷依據，經由該程序可確實掌握設備運轉狀況與故障發生前兆，值得作為本公司發展CBM策略之參考。以下為該公司變電設備，運用CBM診斷技術所普遍採用之案例：

1) 主變有載電壓切換器(On Load Tap Changer, OLTC) CBM診斷技術：

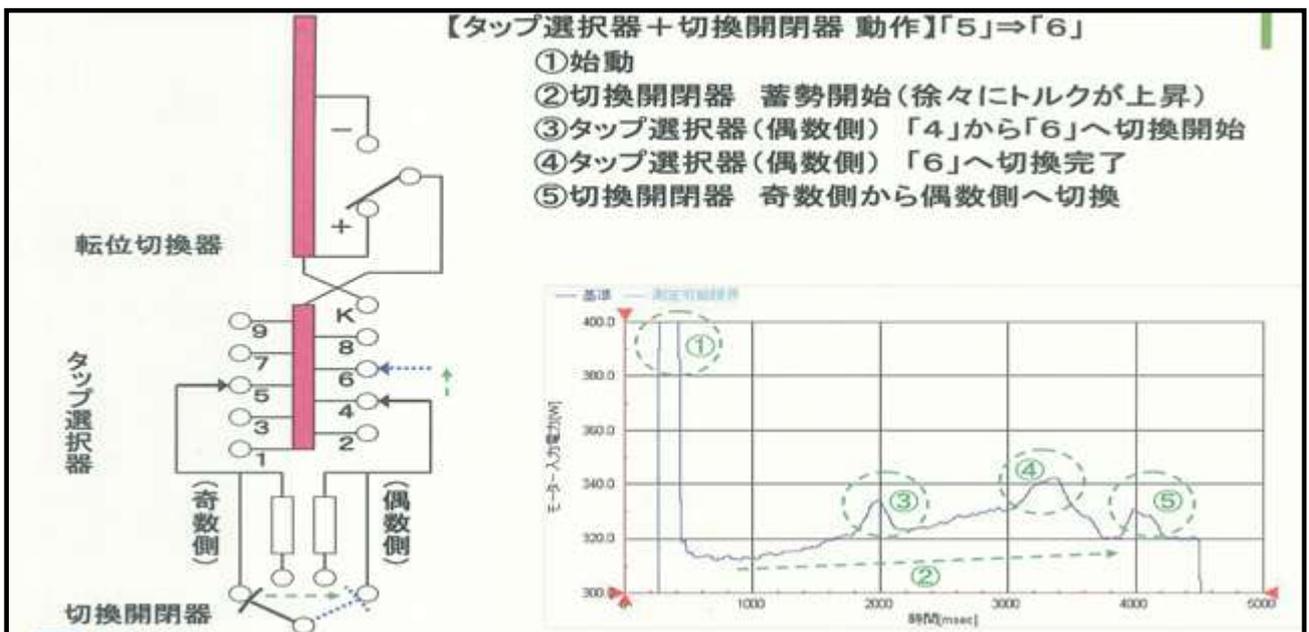


圖4-6-14 主變OLTC正常動作程序與相對波形圖

- A. 分析OLTC設備動作程序並建立正常運轉設備之基準波形資料
- B. 比對運轉中OLTC設備之波形資料
- C. 判斷OLTC設備狀態及可能故障原因



D. 擬定改善及點檢計劃

圖4-6-15 運轉中主變OLTC動作相對波形及可能異常原因分析圖

2) 斷路器(CB) CBM診斷技術：

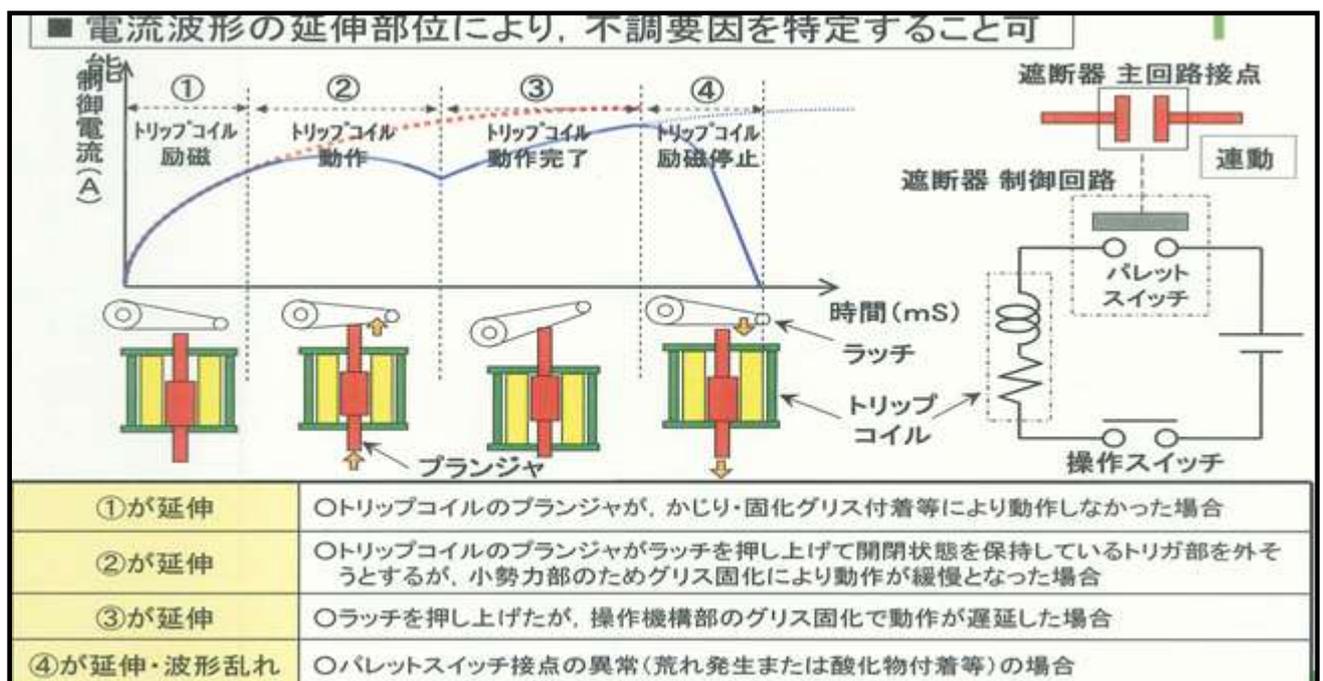


圖4-6-16 斷路器動作相對程序與波形及可能異常原因分析圖

- A. 分析CB設備動作程序並建立控制電流正常運轉之波形資料
- B. 比對運轉中CB設備之波形資料
- C. 判斷CB設備狀態及可能故障原因
- D. 擬定改善及點檢計劃

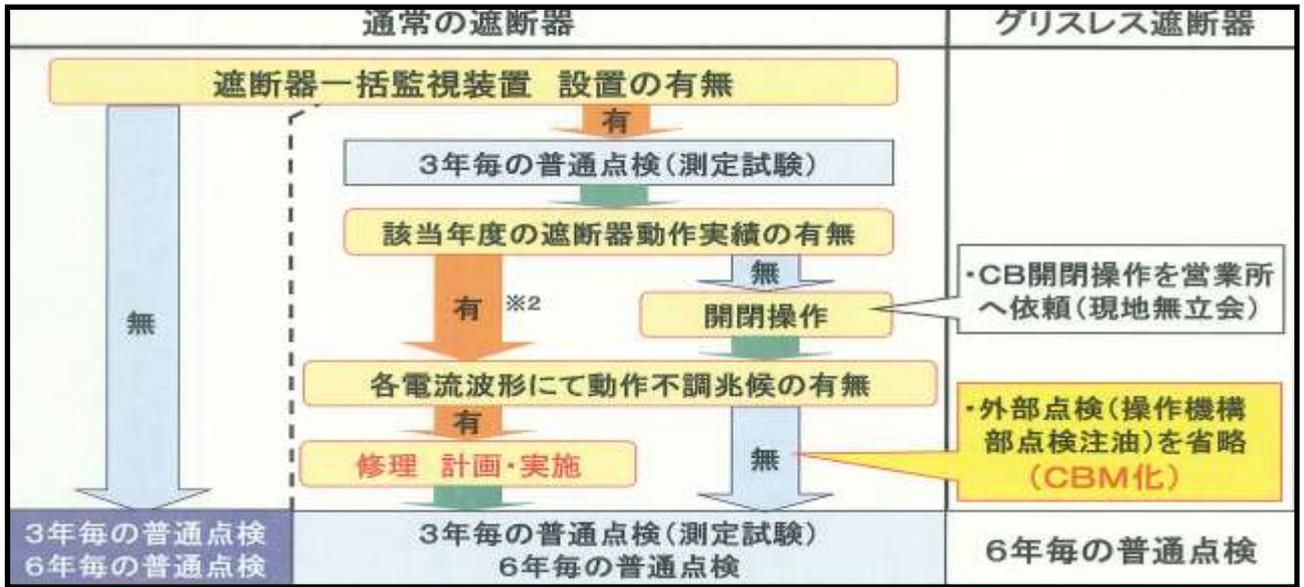


圖4-6-17 斷路器實施CBM與點檢作業計劃流程圖

3) 500kV GIS CBM診斷技術：

- A. GIS設備内部設置部分放電偵測器（新西廣島變電所），24小時監測GIS設備動作之高周波電磁波產生狀況
- B. 於GIS設備外部設置部分放電偵測器（西島根及北松江變電所），診斷作業時監測GIS設備動作之高周波電磁波產生狀況
- C. 判斷GIS設備動作之高周波電磁波產生狀況及可能故障原因
- D. 擬定改善及點檢計劃

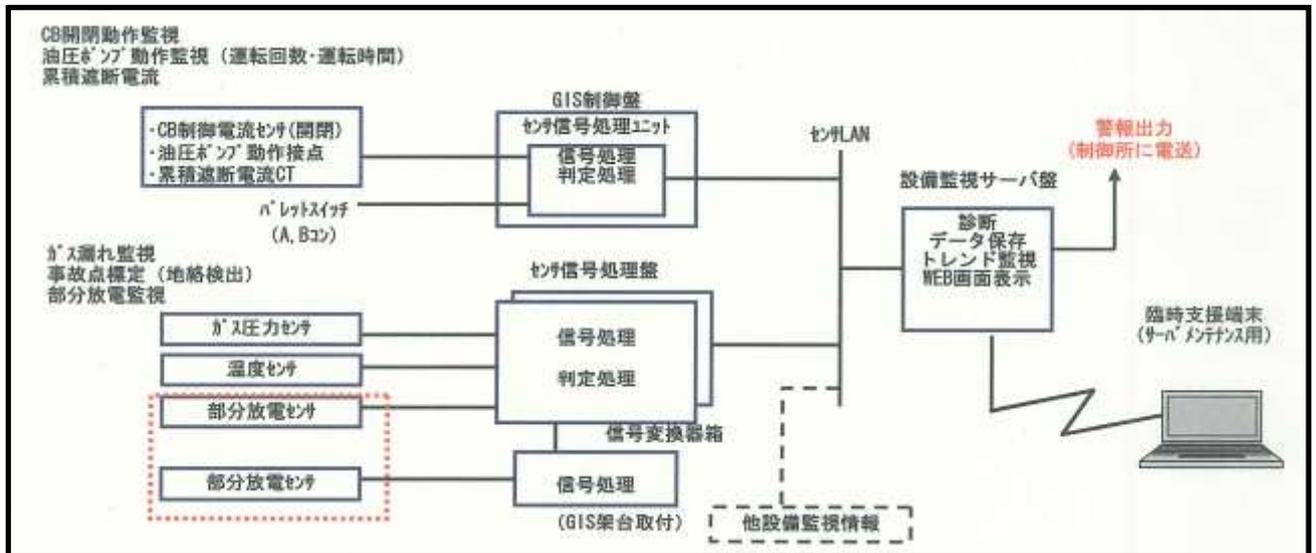


圖4-6-18 北松江變電所GIS設備部分放電監測狀況示意圖

6. 心得與建議

心得部分

- 1) 日本國民及企業之守法精神值得敬佩：本次觀摩行程中，發現中電公司對於變電設備設計及維護之理念，一切均以合乎法令與系統章則為依據，公司在硬體設計及設備維護均訂有明確且具體可行之規範可供遵循，因此員工對於各類規範亦抱持確實執行、不容質疑之心態，令我深感敬佩。
- 2) 中電公司已徹底擺脫公營事業之思惟模式：由觀摩行程內多項提問，中電公司之答覆內容，可發現中電公司各階層主管與員工之思維，均已拋棄公營事業之束縛，完全以企業獲利為中心思想，對於法令未規範之措施或設備，除非對於公司整體利益有所提升，否則絕不輕易採行
- 3) 中電公司員工對於品質之堅持，深值吾輩效法：本次行前已耳聞日本員工對於品質之要求極為嚴謹，而經由行程中親身的體驗，更加驗證了傳言不虛，以參訪之新西廣島變電所而言，接待同仁對於某些作業細節之堅持，使我深刻瞭解到”魔鬼藏在細節裏”的精髓。

建議部分

- 1) 為增加配電系統之規劃彈性，可參考中電公司主變壓器之建構方式：中電公司配電線路有22kV及6kV兩種配置，而配電變電所在採購主變壓器時，其二次側亦與本公司類似為雙繞組設計，惟其雙繞組之總容量並非與一次側繞組容量相同，以此次參訪之廣島鶴見變電所#1主變壓器而言，採購規範為107.5/6.9/23kV、35/35/20 MVA，其二次側繞組總容量約為一次側繞組容量之1.6倍，中電公司人員表示此一設計為該公司普遍之現象，而經由SCADA系統監控不致發生一次側超載現象，且可快速因應用戶變化、增加配電饋線規劃與設計之彈性，值得本公司參考借鏡。
- 2) 本公司對變電所之命名可參考中電公司模式：目前本公司對於變電所之命名大致為地名+系統別+變電所，惟近年來屢遭民眾抗爭，其中尤以超高壓變電所遭遇之阻力最為強烈，分析其原因在於民眾聽聞「超高壓」便直接與「超危險」連成等號，而將變電所名中之系統別取消，並不至於造成調度識別上之混淆，且可降低民眾對變電所之反感與戒心。故可參考中電公司直接以地名命名，將本公司變電所之系統別予以省略。
- 3) 參考中電公司階層調度之架構，可評估將DDCC與FDCC予以合併：中電公司

之階層調度系統雖與本公司相同為三階系統，惟其各階調度之職責與分工卻與本公司有所差異，對於配電變電所主要設備主要由區域級之制御所負責監控，惟變電所內饋線斷路器之操控權卻完全歸屬於各營業所，如此設計之主要考量為可配合配電自動化系統整體考量，以加速事故處理時效，故可評估將本公司負責饋線調度之DDCC與負責配電自動化之FDCC適度予以合併，以發揮統一事權及增加調度彈性之效益。

- 4) 參考中電公司階層調度人員之值班方式，評估增加一班日勤班：有別於本公司各階調度中心所採用之台電『四班三值』，中電公司分別於中央給電指令所配置6班值班人力、基幹給電制御所及11所制御所則配置5班，所增加之日勤班負責停止要求書審核、在職訓練、代班及必要時協助調度。如能將DDCC與FDCC適度予以合併後，所節餘之人力可評估增加日勤班之制度，以增加人力調配之彈性並解決欠缺人員代班之窘境。
- 5) 參考中電公司於重要變電所建置之ITV系統，評估於部分變電所試辦影像監控系統：中電公司防範人員入侵與災害遭早期預防，於500kV超高壓變電所及部分有特殊安全考量之變電所內設置智慧型影像監視 (ITV) 系統，初步評估設置成效顯著，惟考量設置成本尚未全面推廣，本公司亦已於北南區處所試辦變電所影像監控系統，其設置成效亦為良好，可見無人變電所設置影像監控系統已為趨勢，故有進一步推廣之必要。
- 6) 中電公司之『流通設備保全管理系統』功能完整，本公司可參考據以擴充SSFMS之功能：中電公司設置之『流通設備保全管理系統』，可管控各類變電設備之維護計劃，並可提供事故發生後，調度人員分析判斷之重要數據。本公司業務系統雖亦建有『二次變電設備資產管理系統 (SSFMS)』，惟中電公司之系統，功能強大且資料內容豐富，可針對設備故障原因發揮整體分析效益，所擬定的事故防範對策，亦可經由該系統提供公司內所有單位參觀，充分發揮水平推展之功效，可成為本公司SSFMS擴充功能之參考與借鏡。

七、老朽化壩再開發－林錦偉

(一) 研習目的

本公司與日本中國電力公司締結為姊妹公司，長期以來維持深厚友誼及良好合作關係，藉由本次觀摩機會，對於老朽化水壩之再開發進行交流，達到技術提昇及建立日後良好學習與溝通管道。

近年來因符合電力開發效益之水力資源有限，且環境保護意識高漲，新水力發電廠之開發不易，故提高既有水力發電廠發電效益及延長既有發電設施之生命週期益發重要，本次研習目的為借鏡日本老朽化壩之再開發，除兼顧發電設施之補強及延壽外，並提昇發電效益，值得本公司研討推廣。

(二) 研習過程

本次赴中電公司之個別觀摩行程共2天，10/17在總公司流通事業本部，研習「日本中國電力公司之水力發電設施」、「帝釋川壩再開發」及「新帝釋川發電所新設工事」等相關課題，在有限時間下，盡所能瞭解與充分交換意見，10/18至廣島縣庄原市及神石高原町觀摩帝釋川壩、新帝釋川發電所，進一步與現場人員討論壩及電廠之施工過程與營運狀況，觀摩地點及詳細行程如圖4-7-1及表4-7-1。



圖4-7-1 新帝釋川發電所位置與觀摩照片

団員	テーマ	日時	観察内容	会場	対応箇所	対応・説明者	通訳(敬称略)
林 錦偉 先生	老朽化ダムの再開発	10/17 (水)	(AM) ○当社の水力発電所について ○帝釈川ダム保全対策工事について (PM) ○新帝釈川発電所新設工事について ○東城町へ移動	1号館 8F 応接2 帝釈川ダム	流通事業本部 (土木計画担当)	吉岡MG 小畑副長 藤田担当 ■ 林先生、横通訳、小畑、 藤田は東城町で宿泊	楊小平
		10/18 (木)	(AM) ○帝釈川ダム視察 (PM) ○本社へ移動	帝釈川ダム	流通事業本部 (土木計画担当)	小畑副長 藤田担当	

表4-7-1 個別觀摩詳細行程

(三) 研習内容－帝釋川壩再開發與新帝釋川發電所新設工事

一、計畫概要

帝釋川壩1924年建造完成，為日本中國電力株式會社最古老的壩，並同時完成帝釋川發電所發電。原有帝釋川發電所礙於當時施工技術、成本考量及地質環境，於帝釋川地形狹窄處築壩，以消能設施取水後由重力式導水路引水，往下游途中併Fukumasu 水系重力式導水路之水後發電。

為有效利用水力資源及確保壩安全，遂於2002年開始進行新帝釋川發電所新設工事及帝釋川壩再開發，並在2006年6月新帝釋川發電所商業運轉，工程進度如表4-7-2。新建之新帝釋川發電所，新建取水口與壓力式導水路，引帝釋川(Taishaku)水系之水發電，而Fukumasu 水系之水仍沿用舊有重力式導水路由帝釋川發電所發電（如圖4-7-2及表4-7-3）。

Item	FY Month	2002		2003		2004		2005		2006		
		4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	
Main work				Start of work in May; start of project proper in June				Commencement of plant water flow				Start of commercial operation in June
Preparatory work		[Red bar spanning from 2002.10 to 2003.10]										
Civil engineering work	Dam	[Red bar spanning from 2003.04 to 2005.10]										
	Intake	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
	Headrace	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
	Surge tank	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
	Penstock	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
	Power plant	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
	Tailrace & outlet	[Red bar spanning from 2003.10 to 2005.10]										
Electrical work		[Red bar spanning from 2004.04 to 2006.10]										

表4-7-2 新帝釋川發電所工事主要進度

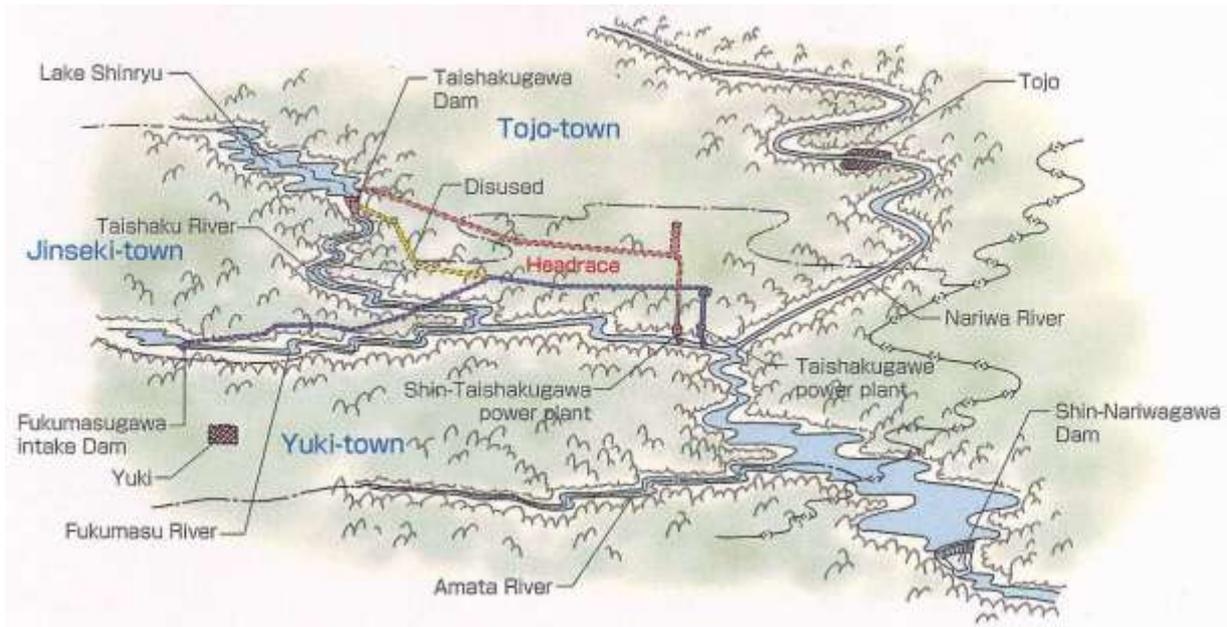


圖4-7-2 新帝釋川發電所及帝釋川發電所布置圖

Before redevelopment		After redevelopment	
Power station	Taishakugawa Power Station	Shin-Taishakugawa Power Station	Taishakugawa Power Station
River system and river	Takahashi River system and Taishaku River and Fukumasu River	Takahashi River System Taishaku River	Takahashi River System Fukumasu River
Power generation method	Dam and conduit type	Dam and conduit type	Conduit type
Catchment area	213.2 km ²	120.0 km ²	92.0 km ²
Maximum output	4,400 kW	11,000 kW	2,400 kW
Maximum water consumption	5.7 m ³ /s	10.0 m ³ /s	3.1 m ³ /s
Effective head	95.17 m	129.0 m	95.17 m

表4-7-3 新帝釋川發電所開發前後水力資源利用狀況

二、帝釋川壩再開發

(1) 壩再開發前的歷史

1. 為配合關西與岡山地區用電於1920年興建，1924年完成，壩高56.4m，當時為日本最高的壩。
2. 1931年壩加高5.7m為62.1m。
3. 1966年排洪隧道閘門由木門更新為滾輪鋼門。

(2) 壩再開發前的特色

1. 壩長為壩高之一半，由前視壩為楔型結構嵌於山體，壩軸向為些微拱形，壩體無伸縮縫，壩表面砌卵石。（如圖4-7-3、圖4-7-4及圖4-7-5）
2. 壩體無排洪設施，排洪隧道位於壩上游左側山體內；無排砂設施(淤積不嚴重)。（如圖4-7-6及圖4-7-7）
3. 壩體積31000立方，有效蓄水量12995000立方，蓄水效率(有效容量/壩體積)為日本重力壩之第4位。
4. 壩設計時，穩定分析未考慮地震力。

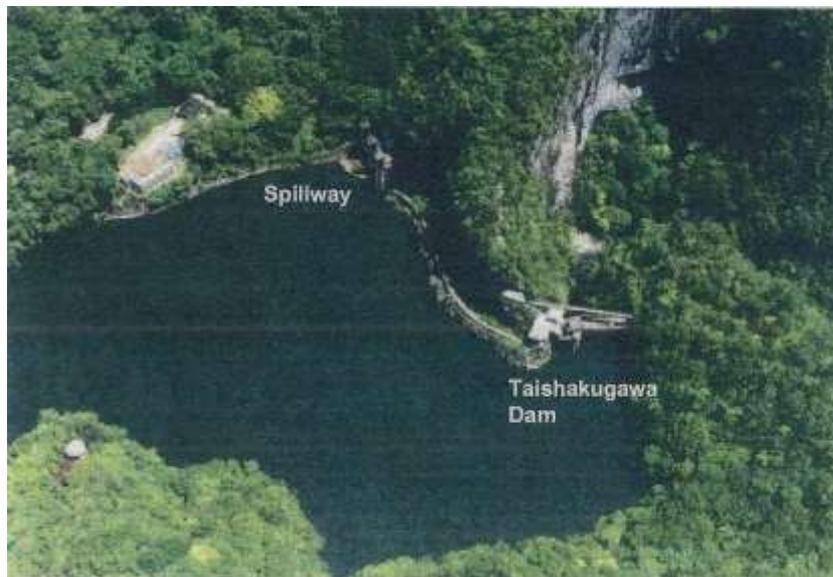


圖4-7-3 帝釋川壩上游側周邊地形

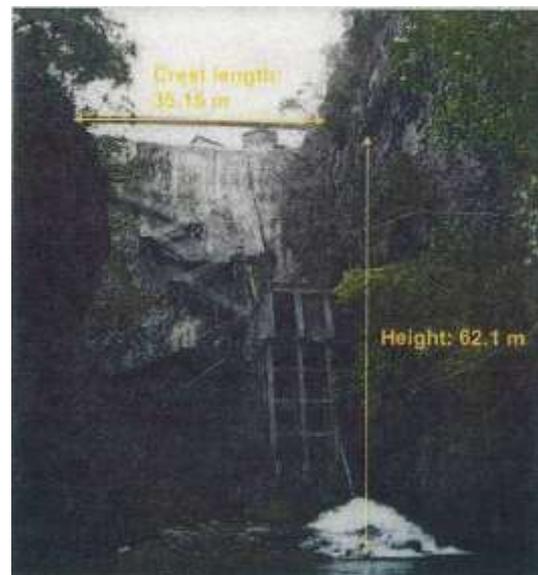
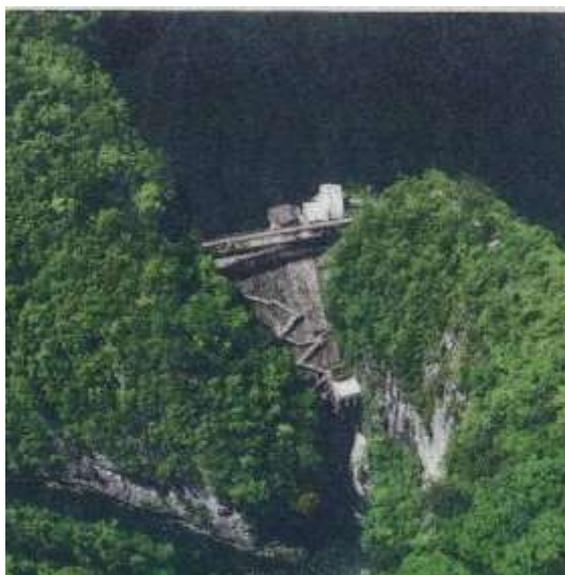


圖4-7-4 帝釋川壩下游側周邊地形 圖4-7-5 帝釋川壩之窄高特色

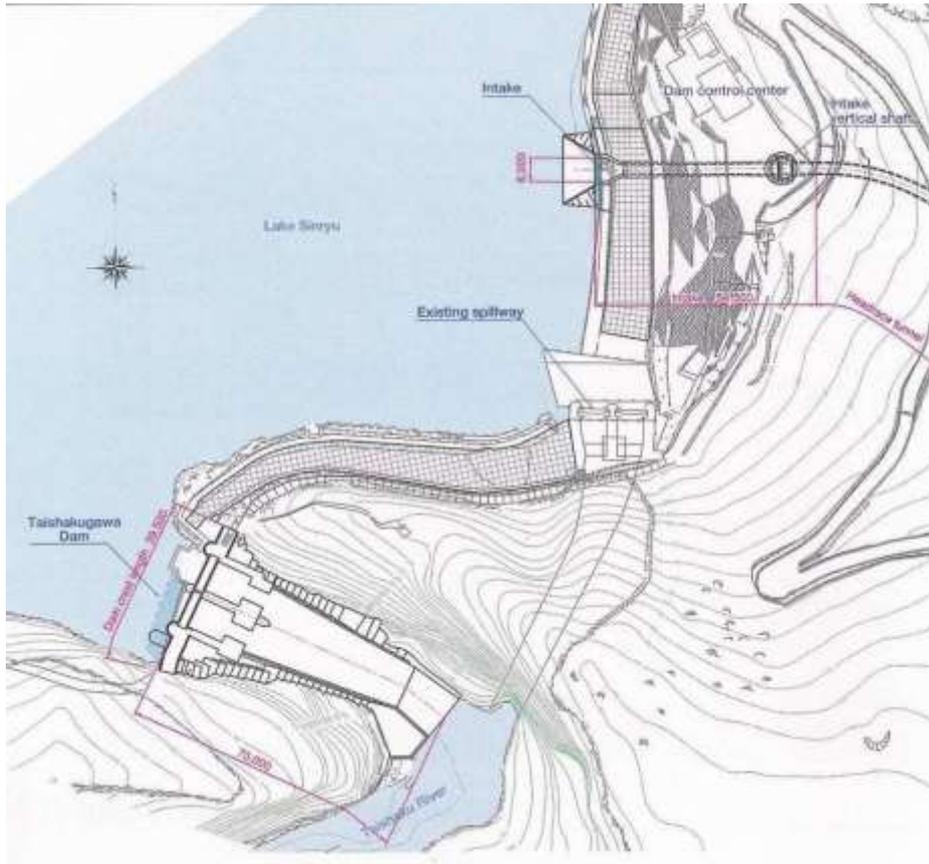


圖4-7-6 帝釋川壩周邊平面圖

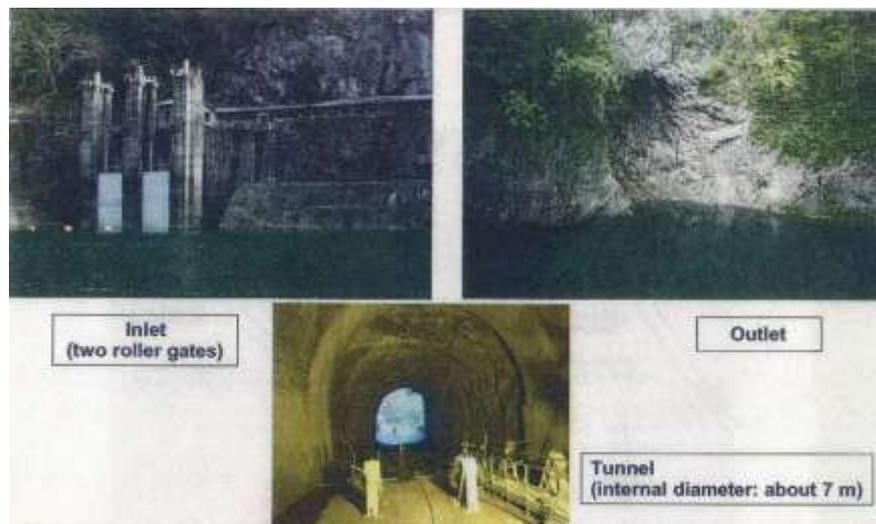


圖4-7-7 帝釋川壩排洪隧道

(3) 帝釋川壩的環境

1. 國家指定名勝—「帝釋川峽谷」

2. 比婆—道後—帝釋國家公園（如圖4-7-8）

3. 廣島縣著名觀光區（楓葉特別有名，年觀光客約70萬人，如圖4-7-9）

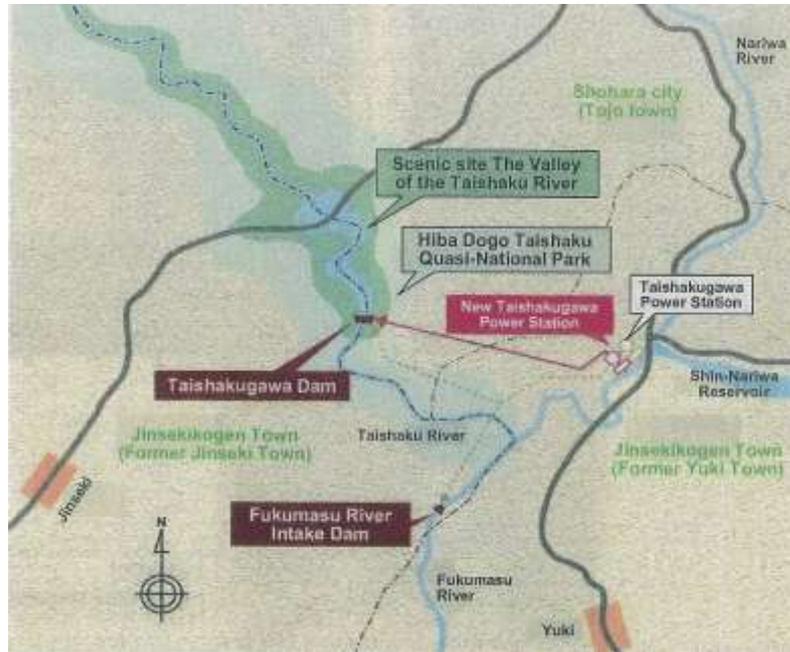


圖4-7-8 帝釋川壩及其蓄水區附近之法定限制區



圖4-7-9 帝釋川壩上游「帝釋川峽谷」及「神龍湖」風景區

(4) 壩再開發必要性

1. 既有排洪隧道排洪能力不足（因1983年山陰豪雨災損，重新檢討洪水規模）
2. 壩耐震能力存疑（原壩設計時未考慮地震力）
3. 壩仍有約35m水頭未利用（水由壩體取水口，經消能設施消能引入導水路）
4. 壩已老朽化（建壩至今超過80年）

(5) 帝釋川壩再開發設計 (如圖4-7-10、表4-7-4)

1. 壩體增設越流式溢洪道，壩排洪能力由720m³/s提高為1610m³/s。

依日本現行規定(Cabinet Order concerning Structural Standards for River Management Facilities)，重新檢討可能洪水規模，評估帝釋川壩所需設計排洪量為1610m³/s，故採敲除部分壩頂，增設壩體越流式溢洪道，設計洪水位時，其排洪量為890m³/s。總排洪量由僅有排洪隧道之720m³/s提高為1610m³/s。另為使遊湖環境之景觀協調，排洪門採弧形閘門(背面捲上式)設計 (如圖4-7-11)，不以費用較低之直立式提吊閘門。

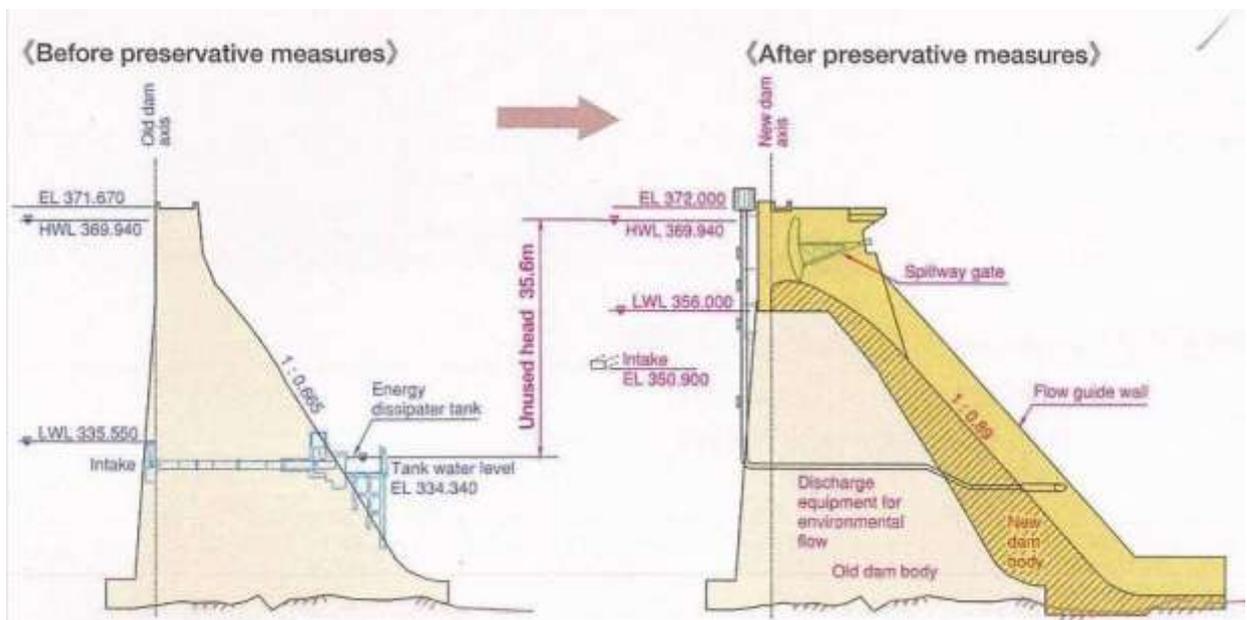


圖4-7-10 帝釋川壩再開發前後剖面圖

Item	Before repair	After repair
Type	Concrete gravity	Same as left
Dam height	62.1 m	62.43 m
Dam volume	31,000 m ³	45,8310 m ³
HWL	EL. 369.94 m	EL 369.94 m
LWL	EL. 335.55 m	EL. 356.00 m
Effective storage capacity	1.3 million m ³	7.5 million m ³
Flood control capability	720 m ³ /s	1,610 m ³ /s

表4-7-4 帝釋川壩再開發前後壩的相關資料

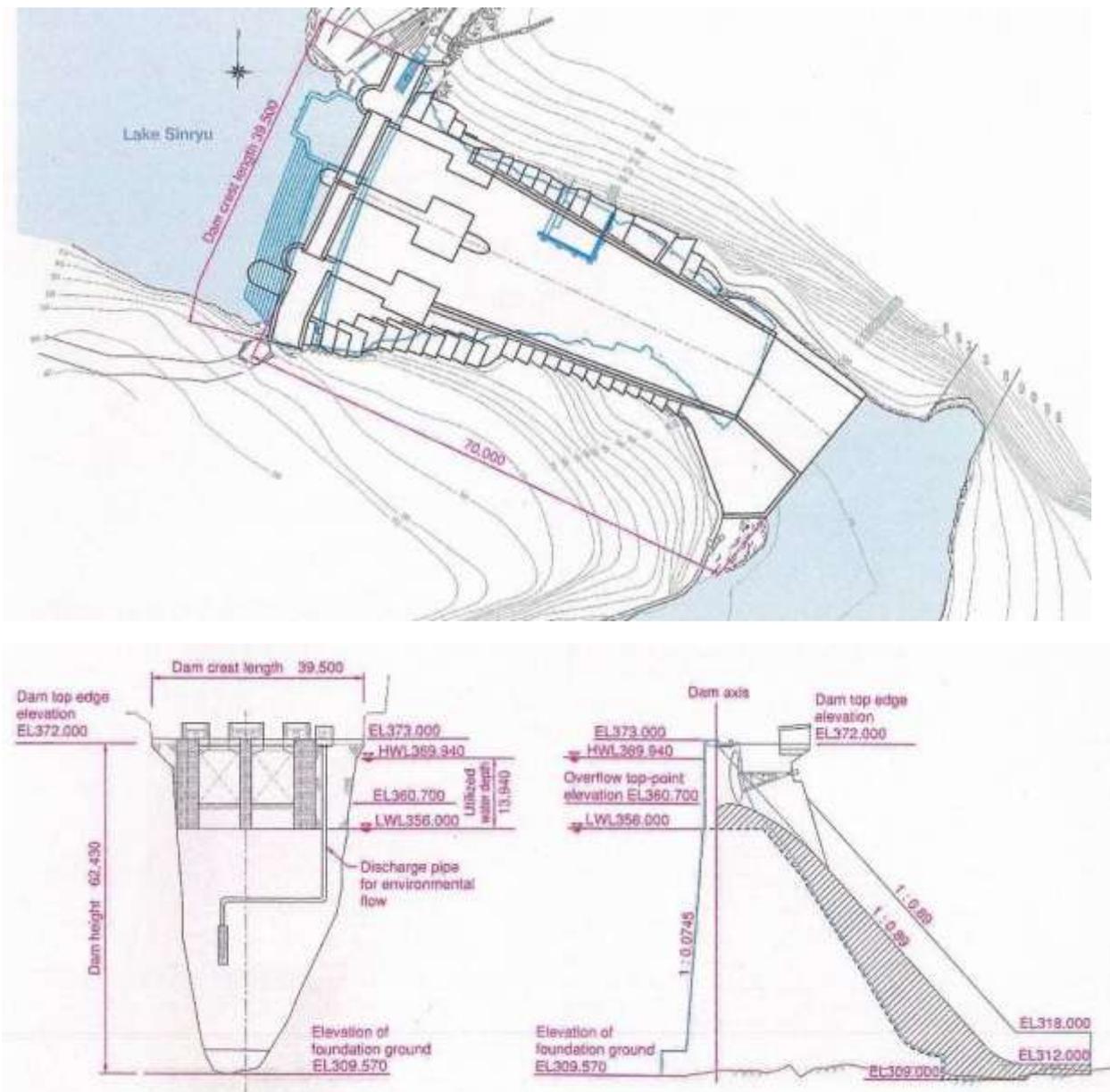


圖4-7-11 帝釋川壩改建後平面與立面圖

因壩體溢洪道增設，排洪時恐造成下游河道沖刷及影響邊坡穩定，原研擬施作消能設施(如壩下游施作副壩)，惟經水工模型試驗與地質調查確認，評估無須設置。

水工模型試驗發現，因地形條件造成新設壩頂溢洪道排洪會與既有排洪隧道排洪相互消能(如圖4-7-12)，故排洪水理影響範圍僅限於壩下游200m內，且壩下游數公里內無建築物。另地質調查，確認壩下游兩岸露頭岩盤健全(如圖4-7-13)，即使排洪發生，河岸亦不可能發生大規模崩壞。



圖4-7-12 帝釋川壩改建後排洪水工模型實驗狀況



圖4-7-13 帝釋川壩下游兩岸地質調查情形

2. 確保壩耐震能力，下游壩體加厚，壩體下游坡度由1：0.665變為1：0.89。

原壩設計時未考慮地震力，依日本現行規定基於壩之安全考量，須提昇壩的耐震能力。1959年王泊壩(Odomari Dam)改建加高，並經長期監測系統，確認改建後壩安全無虞，故後續壩加高多依其經驗，採垣谷壩加高公式進行改建壩之穩定分析。雖帝釋川壩改建僅些微加高(由62.1m改建為62.43m)，惟為確保該壩耐震能力，仍依此進行壩穩定分析。將下游壩體以混凝土加厚，坡度由1：0.665(垂直：水平)變為1：0.89，以提昇其耐震能力。

此外為確定加厚壩之基礎穩固，壩基施作固結灌漿，並經鑽孔確認灌漿成效。另因壩地質環境多屬石灰岩地層（如圖4-7-14），為確保壩更新後無嚴重蓄水滲漏問題，規劃施作隔幕灌漿減滲，惟在水庫滿水位時進行壩體附近岩體滲漏狀況調查（如圖4-7-15），發現EL369.94m(運轉高水位)以下僅部分地層較高區之岩盤滲漏量大於20 Lugeon，經評估後取消施作隔幕灌漿。

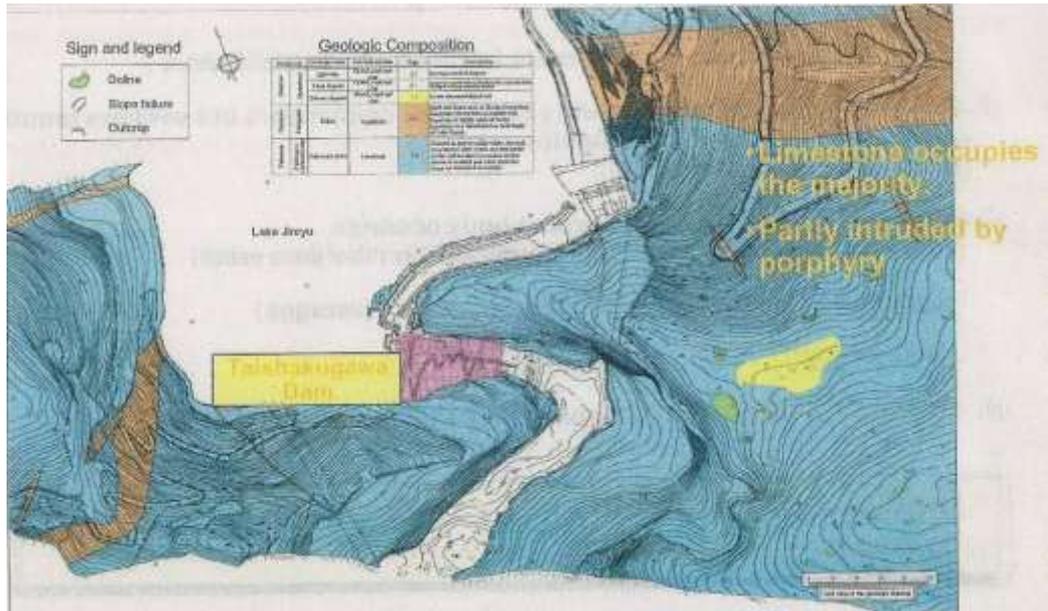


圖4-7-14 帝釋川壩附近之地質環境

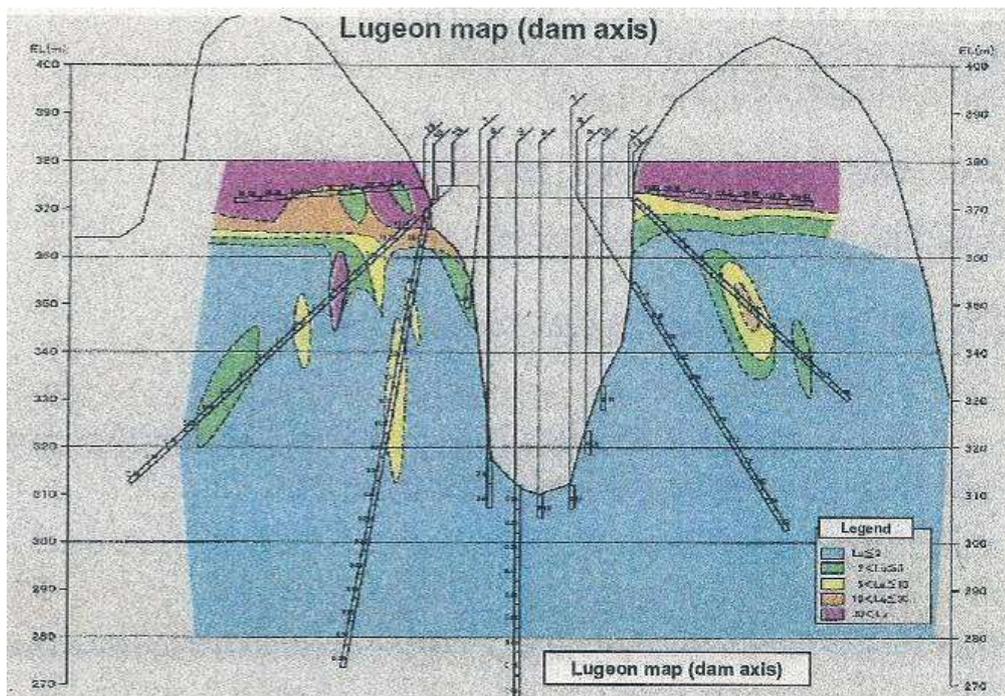


圖4-7-15 帝釋川壩滿水位時壩體附近岩體滲漏狀況調查

3. 新設取水口及導水隧道，充分利用原未利用之35.6m水頭。

原發電取水口位於壩體，經消能設施消能引水進入導水路，造成35.6m水頭無法發電利用，為充分利用水資源及增加發電效益，於壩上游左側山體新設取水口及導水隧道，引水至新帝釋川發電所發電。(如圖4-7-2 及圖4-7-6)

4. 既有壩體混凝土健全性評估

既有壩體以粗石(粒徑大如人頭)混凝土澆置而成，且壩表面砌卵石(如圖4-7-16)，所以當初壩完成時，壩體漏水嚴重，經數十次灌漿處理後，現在已無漏水情形，壩體水密性良好。惟為確保壩的長期使用性，將既有壩體鑽孔取樣進行試驗，其混凝土平均單壓強度為 20 N/mm^2 ，平均單位密度為 2.34 g/cm^3 ，無嚴重中性化，故既有壩體混凝土的健全性皆滿足功能需求。

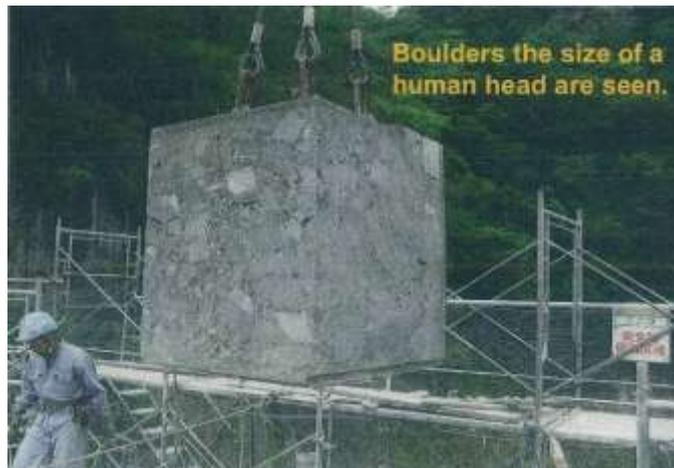


圖4-7-16 帝釋川壩之壩體粗石混凝土

5. 壩再開發之材料與工法選用

因帝釋川壩改建之混凝土量僅為 15600 m^3 ，基於降低成本考量，經評估附近既有混凝土製造廠之混凝土製造能力、量之供給能力、運送及打設時間等，不設現場拌合廠，由附近混凝土製造廠供料。另經混凝土拌合試驗、膠結性試驗及溫度應力分析等考量，為降低成本，最大骨材粒徑採用 40 mm ，並基於環境保護，採中等熱飛灰水泥，即以30%飛灰取代水泥用量。

為減少對環境的影響，在壩下游面架設施工平台，由80噸吊車以 2.25 m^3 吊筒吊運混凝土，採 extended layer construction method (擴展通層澆築法，適合澆築上下游與壩軸線兩向都長之分塊) 與 block layer construction method

(柱狀澆築法，適合澆築兩向都短之分塊) 併用澆置壩體混凝土，以縮短工期。

6. 新舊壩體一體化之確認

壩改建後穩定分析，新舊壩體一體化為其必要條件，且既有壩體表面砌卵石，新舊混凝土面剪力強度尚存疑慮，因此於既有探查廊道內進行混凝土剪力試驗，試驗結果為新舊混凝土面剪力強度 0.5 N/mm^2 ，舊混凝土剪力強度 2.0 N/mm^2 (如圖4-7-17)。並對改建壩進行溫度應力分析(如圖4-7-18)，發現於既有壩上游側、壩頂新舊混凝土接合區、夏季施作新壩體處等，將產生較大張應力。

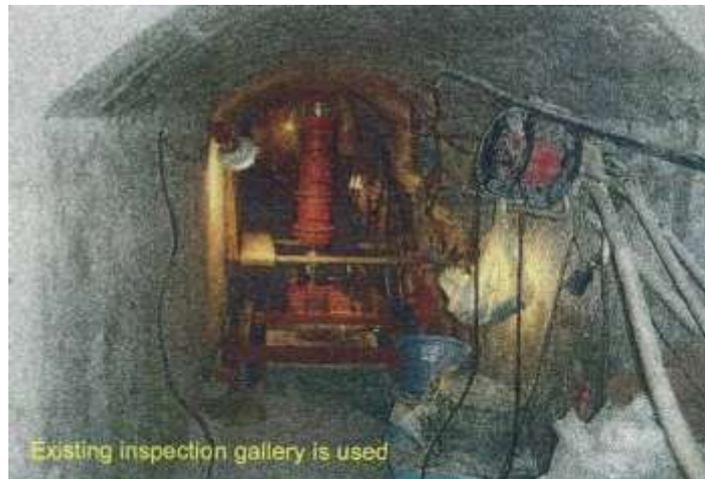


圖4-7-17 探查廊道內進行混凝土剪力試驗

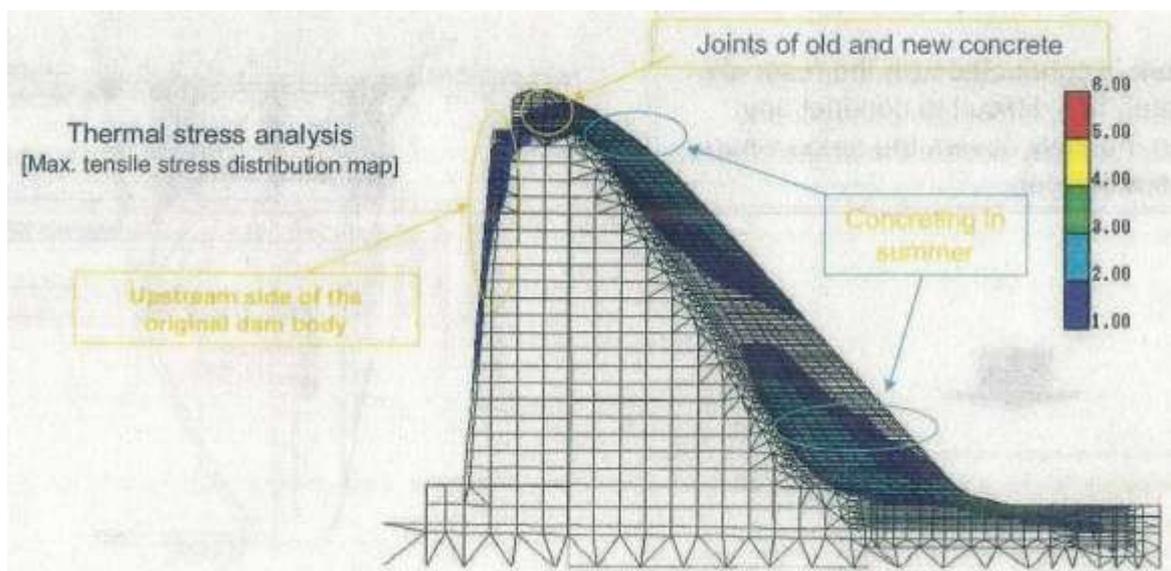


圖4-7-18 帝釋川壩改建後壩體溫度應力分析

為確保新舊壩體一體化，施工時須將舊壩體表面砌卵石鑿除後（如圖4-7-19），才可澆置新壩體混凝土，並於應力分析較大張力處（尤其是壩頂新舊混凝土接合區），施作補強錨筋，另避免沿著新舊混凝土面滲水，壩上游側施作多道止水帶止水。此外更以監測儀器（如測縫計及剪力位移計）監測補強錨筋的行為及確保新舊壩體一體化，並作為前述溫度應力分析的驗證與未來設計檢討之參考（如圖4-7-20）。



圖4-7-19 舊壩體表面砌卵石鑿除



圖4-7-20 壩頂新舊混凝土接合區之補強錨筋、止水帶及監測儀器佈置圖

此外既有壩上游側產生張力處，雖然其張應力小於混凝土容許張應力，惟為慎重起見，避免水庫漏水，且考量水庫無法放空進行全面徹底補強，故於既有壩體上游側進行灌漿處理（如圖4-7-21）。

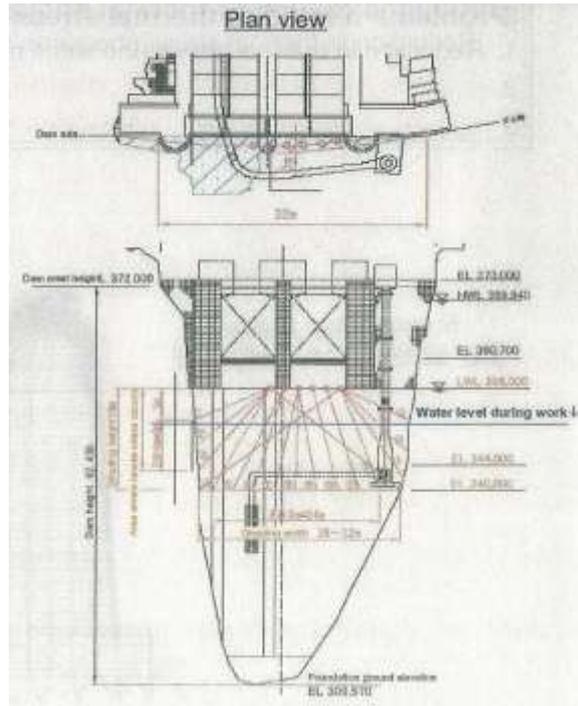


圖4-7-21 既有壩體上游側進行灌漿處理

7. 維持河川流量放流設備

為維持下游河川生態，帝釋川壩增設河川流量放量設備，其放流量4~11月為 $0.687 \text{ m}^3/\text{s}$ ，12~3月為 $0.360 \text{ m}^3/\text{s}$ ，放流設備並採多孔式取水（如圖4-7-22），減少放流水溫衝擊下游生態環境，另因應未來河川環境保護變化，設備最大放流量為 $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

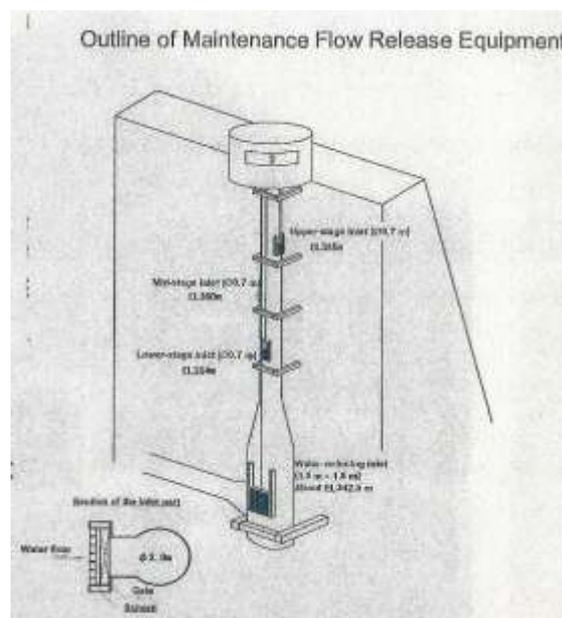


圖4-7-22 多孔式取水之放流設備

(6) 帝釋川壩再開發施工過程

1. 嚴峻的地形條件與環境限制

因兼顧觀光效益及遊湖船業者權益，帝釋川壩再開發時水庫無法放空，且壩附近石灰岩地形陡峭，通往壩區之既有巡修道路狹小且無腹地可供施工，再加上工區位屬環境保護限制區，任何改變環境的開發，皆須先經繁瑣嚴謹的申請核准程序後才可施工。因此如何克服施工嚴峻的地形條件與環境限制，成為帝釋川壩再開發成功的關鍵。

2. 施工臨時設施布置 (如圖4-7-23、圖4-7-24)

基於遊湖船航行安全，允許水庫最低水位為EL350m，及前述壩區地形條件與環境限制等因素，儘量利用通往壩區之既有道路，僅於道路狹窄及迴轉處，施作道路迴轉處臨時加寬平台(如圖4-7-25)，與庫區架設施工棧道，使施工機具及材料可順利運至壩區。此外遷就道路僅3.5m寬(已將道路緣石拆除)，卡車載運吊車至離壩區數公里外，即由廣島縣技術最佳之駕駛，緩慢開吊車至壩區(如圖4-7-26)。

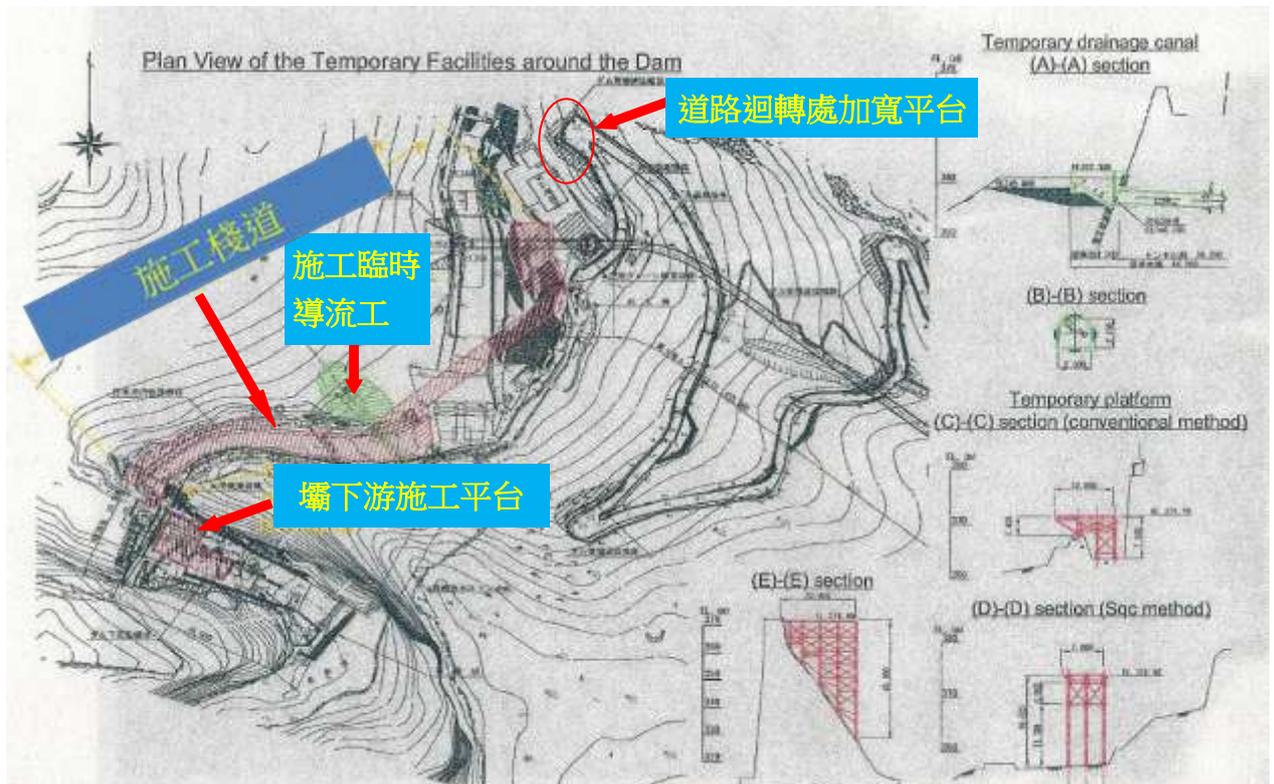


圖4-7-23 施工臨時設施布置平面圖



圖4-7-24 施工臨時設施布置現況



圖4-7-25 道路迴轉處加寬平台

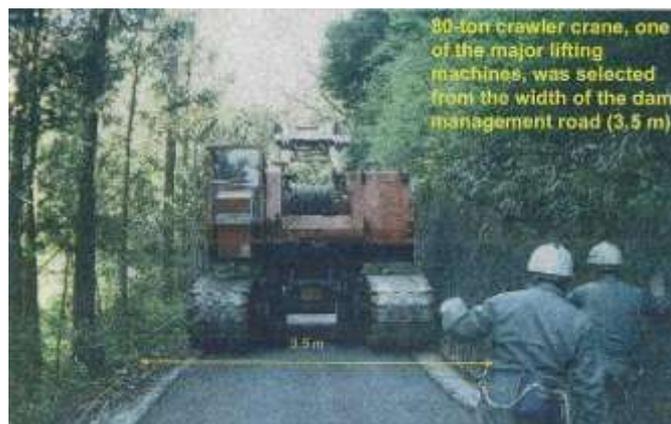


圖4-7-26 80噸吊車行駛3.5m寬道路

施工棧道架設（如圖4-7-27）為避免邊坡開挖與整地及施工受水庫水位影響，除架設於舊有排洪導流溝外（如圖4-7-28），部分施工棧道採斜張式架設工法(Cable-stayed Erection- Sqc method，如圖4-7-29)，先固

定上部桁架，然後由固定孔打設支撐鋼管，最後再安裝棧道面板，反覆前述工序，逐步推進完成棧道架設（如圖4-7-30）。施工時並將棧道漆成灰色，以與環境景觀調和，完工後棧橋與加寬平台拆除，景觀恢復原狀。

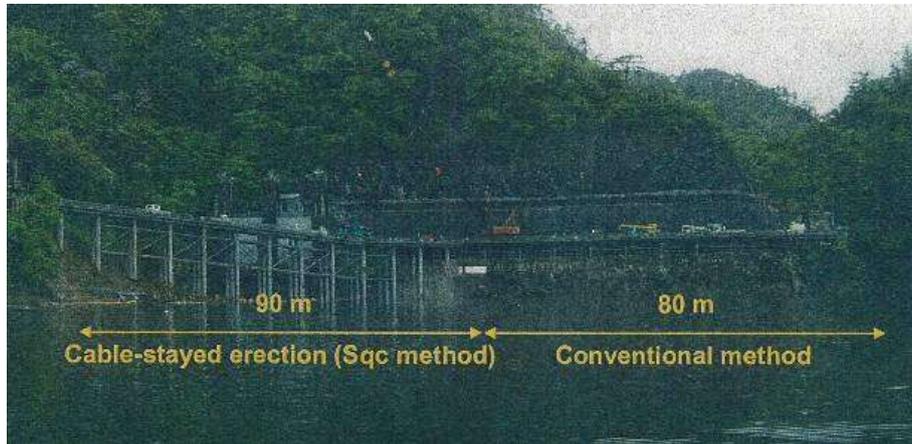


圖4-7-27 施工棧道現況



圖4-7-28 施工棧道利用舊有排洪導流溝架設之現況

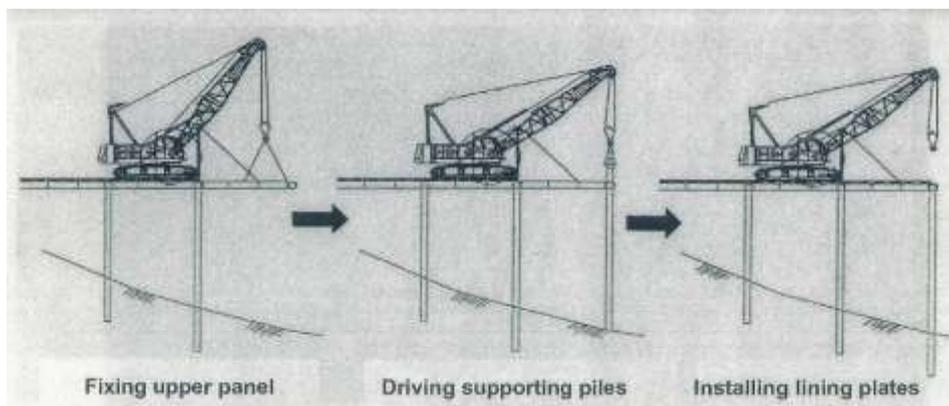


圖4-7-29 施工棧道採斜張式架設工法之施工步驟示意圖



圖4-7-30 施工棧道採斜張式架設工法之現況

壩體下游側上方架設施工平台(寬25m、最高43m)供壩體改建時使用，由80噸吊車吊運施工材料及機具。先由下游側最遠處開始施作，伴隨施工平台逐垮拆除，逐步向上游側完成壩體改建(如圖4-7-31)。

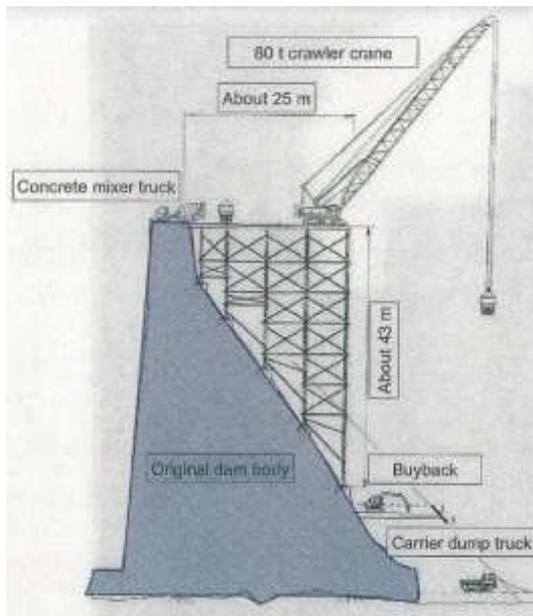


圖4-7-31 壩體下游側上方架設施工平台之示意圖及現況

因既有排洪隧道底部高程約為EL360m，壩體改建時壩頂高層最低為EL356m(既有壩上部切除，安裝弧型閘門前)，施工時將有洪水越頂溢流情形發生。雖混凝土重力壩於施工時，若遭遇洪水越頂溢流，亦不會造成結構體嚴重損害，惟為降低洪水影響機率及考量災後復原費時，且施工時程有限，一般重力壩施工時，是以1年遭遇1~2次之洪水，為導流設施尺寸之設計

標準，故本案採保守以回歸期1年之洪水量(24 m³/s)，設計施工臨時導流工斷面(無壓時水路最大排洪量為24 m³/s，壓力下最大排洪量遠大於24 m³/s)，即施作導流口(口底EL350m)及一段導流隧道，銜接利用既有排洪隧道。(圖4-7-32)



圖4-7-32 施工臨時導流工斷面之佈置圖及現況

3. 壩改建施工現況

為排除壩未來營運風險及配合現行施工技術，將壩下游右側高傾角節理且明顯部分開裂之邊坡予以鑿除(如圖 4-7-33)。另為確保改建後壩穩定分析與壩基礎穩固，加厚壩基礎之河床鑿至岩盤面並施作固結灌漿，且經鑽孔確認固結灌漿成效(如圖 4-7-34)，此外開挖時發現，因壩址位屬石灰岩地質，壩下游河床土石下埋藏著河水侵蝕造成之深凹槽(如圖 4-7-35)。施工時更基於工作人員安全，設置完善之落石防護工(如圖 4-7-36)。



圖4-7-33 壩下游右側不穩定邊坡鑿除



圖4-7-34 壩下游基礎鑿至岩盤面



圖4-7-35 壩下游石灰岩地層因河水侵蝕造成凹槽



圖4-7-36 施工時設置落石防護工

礙於空間限制及避免損害保留之壩體，舊壩體上部混凝土採線鋸切割工法(wire-sawing method)切除，再以80噸吊車吊運至卡車後運棄（如圖4-7-37）。



圖4-7-37 舊壩體採線鋸切割工法切除及吊車吊運

壩體混凝土澆置時，遷就施工動線及力求施工快速，拌合車卸料於吊桶後由吊車吊運澆置，並以擴展通層澆築與柱狀澆築工法併用，於1年9個月完成壩體混凝土澆置。另確保施工品質，施工時採機械與人工搗實混凝土（如圖4-7-38），避免混凝土產蜂窩，並於混凝土中添加液態氮預冷，中和混凝土硬化產生之水化熱，以減少巨積混凝土產生乾縮裂縫（如圖4-7-39）。帝釋川壩再開發歷時約2年10個月完成(2003年6月至2006年3月，如圖4-7-40)。



圖4-7-39 混凝土中添加液態氮預冷

圖4-7-38 混凝土澆置採機械與人工搗實

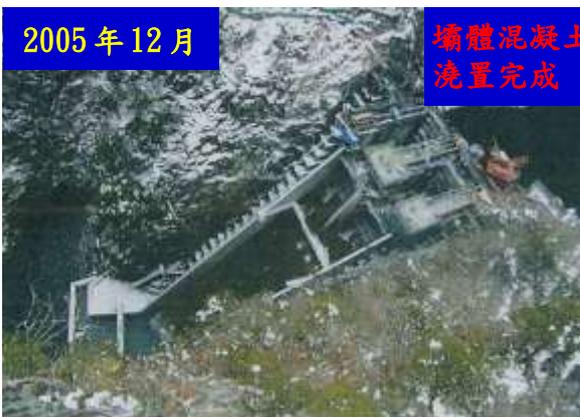


圖4-7-40 新帝釋川壩改建歷程

(四)研習心得與建議

此次觀摩安排兩天個別研習行程，雖時間短，行程緊湊，但在日本中國電力公司流通部門多位同仁，預先準備資料，並詳盡的解說下，對中電公司致力於老朽化壩再開發，有粗淺的瞭解。僅就此行所見所聞，提出個人心得與建議。

一、老朽化壩的再開發為未來趨勢

隨著既有壩的逐年老化與新壩址難尋及開發限制愈嚴苛的情況下，如何延長既有壩的使用年限，並使其能配合發電效益提升，而改建附屬發電設施，將成為未來趨勢，因此可預見老朽化壩的再開發計畫將會持續增加。

二、帝釋川壩再開發為壩再開發成功的典範

帝釋川壩再開發計畫運用許多日本在壩再開發之相關主要技術，並將技術系統化與集大成，遂於2007年榮獲日本土木工程師學會傑出土木工程成就獎，可為將來壩再開發的參考典範。

三、善用水力資源，改善生態環境

帝釋川壩改建主因為加強壩排洪與耐震之安全性，但經整體評估，因新水力資源開發不易，為充分利用既有水力資源，配合新建進水口、引水隧道與新帝釋川發電所，發電水頭與機組效率提高，增加發電效益。另新設多孔式維持河川流量放流設備，改善壩下游生態環境，並預留放流餘裕以因應未來不可預知的生態環境變化。

四、限制區開發，工程兼顧觀光及環境保護

再開發計畫雖位屬國家公園與觀光區，經由妥善的施工規劃，於壩下游面架設施工平台與庫區架設施工棧道，以避免環境開發破壞與兼顧觀光遊湖船航行。另為達到景觀協調，將施工臨時設施漆成灰色，與新建壩體溢洪道採弧形閘門。並基於環境保護，壩體改建之混凝土以30%飛灰取代水泥用量。

五、充分調查與整體評估，降低再開發計畫成本

藉由水工模型試驗與地質調查確認，取消原研擬施作之排洪消能設施，與水庫滿水位時進行壩體附近岩體滲漏水調查，取消施作原規劃之隔幕灌漿，另經現地調查與混凝土性能試驗，基於經濟考量，壩體混凝土由附近製造廠供料，其最大骨材粒徑採用40mm。綜合前述之充分調查與整體評估後，修正計畫，大幅降低再開發計畫之建造成本。

六、基於改建壩安全，確認新舊壩體一體化

壩改建後穩定分析，新舊壩體一體化為其必要條件，由既有壩體取樣進行混凝土健全性試驗，與既有探查廊道內進行混凝土剪力試驗，經改建壩體應力分析審慎評估後，將舊壩體表面砌卵石鑿除、增設補強錨筋及止水帶與施作灌漿等措施，確保新舊壩體一體化。更以監測儀器監測新舊壩體一體化與驗證應力分析，作為設計回饋。

七、施工迅速，降低建造時之風險

藉由完善的施工規劃，於狹窄施工環境，採線鋸切割工法切除舊壩體上部，再以吊車運棄，僅兩個多月切除完成，儘速施作壩體，降低施工時洪水越頂之風險。並以吊車吊運混凝土，澆置採擴展通層澆築與柱狀澆築工法併用，機械輔以人工搗實混凝土，迅速於1年9個月完成壩體混凝土澆置。帝釋川壩體再開發主體工程，更僅於2年10個月完成。大幅降低建造時洪水、颱風與地震所造成之災損風險，與避免增加建造成本。

綜上所述，日本「帝釋川壩再開發」與「新帝釋川發電所新設工事」（如圖4-7-41及圖4-7-42）從生態、環保、觀光、施工風險、建造成本、設施安全與發電效益等進行整體考量，綜合評估後進行設計與施工，將技術系統化與最佳化地運用，使計畫整體考量後，達到最大的效益，許多新設計觀念與施工技術，值得我們借鏡。

而公司所屬最老的壩為1934建造完成，為武界壩（混凝土重力壩）及日月潭之頭社壩與水社壩（土壩），運轉至今已近逾80年，且公司管轄之壩多達20餘座，因此壩的老朽化將是未來需要面對的問題。目前在同仁定期巡視與適當維護下，依經濟部水利署頒訂之「水利建造物檢查及安全評估辦法」定期評估，轄屬之壩均屬安全，惟因應未來氣候變遷，地震與洪水規模日益變大，將造成既有壩及其附屬設施之原設計重現期距之洪水與地震不足而損毀，及水庫嚴重淤積與河道放水道無法使用等問題，進而影響電廠運轉與發電效益。

建議應未雨綢繆與降低災損發生風險，並考量新水力發電廠之開發不易，公司宜儘早開始全面檢討，補強既有水力設施安全或延長其生命週期，以確保或提高既有水力發電廠發電效益。規劃的思維應兼顧與改善生態、環保、觀光，藉由長期充分調查與整體的評估，運用新技術管控施工風險與降低建造成本，多學習與參考日本等先進國家相關的經驗，以使再開發之水壩及發電附屬設施能達到兼顧安全及效益之目的。



圖4-7-41 「帝釋川壩再開發」歷程



圖4-7-42 「新帝釋川發電所新設工事」歷程

八、運用資訊科技提升用戶電費服務及有效處理催收業務—鍾思思

(一) 研習目的

本公司為國營事業，負有穩定供電之義務，並須配合政府執行相關政策，是以施行之各類措施無法比照私人企業完全以成本利潤為營運考量因素。近年來，國際燃料價格持續上揚，致發電成本亦大幅提高，惟由於電價無法隨之調整，本公司虧損逐年擴大，面臨極大之經營壓力，雖經多方努力，終於本(101)年6月10日得以實施第一階段電價調整，惟其後政府衡酌目前台灣經濟環境仍不佳，原訂101年12月10日實施之第二階段調整方案決議延至明年10月1日，並將檢討實施浮動電價，至於第三階段則須視本公司經營績效改善再予調整。因此，面臨如此嚴苛之考驗，開源節流改善本公司財務體質實無可避免。但另一方面，在這個顧客服務至上之年代，為因應用戶多元化之需求，本公司仍需不斷提供各類用戶服務措施，故如何兼顧營運成本與顧客滿意度，未來將成為一項重要課題。近年來，資訊科技之進步較以往更快更驚人，透過網際網路或者智慧型手機，不但改變了人們的生活習慣，也使資訊流通與傳達更為迅捷。由於電費為公司最重要之收入來源，本公司亦持續不斷檢討運用資訊科技處理電費業務，並提供用戶各類便捷之服務措施，如電子帳單、遙讀抄表、手機繳費及簡訊提醒未繳電費通知等，廣受外界好評，未來仍將持續運用最新技術，改善相關電費業務及推展用戶服務措施，以提升本公司形象。

日本一向被視為以客為尊之國家，人民做事一絲不苟，而去年福島地震重創日本經濟，相關之核能發電設施亦隨之停機，目前多仰賴其餘燃料之發電機組供電，勢必影響其購售電業務推行，因此亦希望藉者此次中電觀摩行程，了解該公司因應方式及用戶服務措施，以做為未來本公司相關業務推動之借鏡。

(二) 研習內容

1. 中國電力公司營運概況

(1) 日本電氣事業概要

日本目前有10家電力公司，自2003年3月開始實施電業自由化，率先開放2000瓩以上特高壓用戶擁有選擇權，其後陸續於2004年4月及2005年4月擴大用戶之適用範圍（目前為契約容量50瓩以上高壓用戶），至2011年自由化範圍約有5萬戶用戶，用電量約占全日本總

用電量之 60%。原訂於 2013 年檢討全面實施自由化，惟據了解由於福島地震影響，應暫已不可能實施。

自從 2011 年福島核電廠事故後，反核聲浪不斷，日本政府對於未來是否繼續發展零核電政策目前亦尚無定論，但可以確定的是，將致力推廣再生能源發電及節約能源政策，以降低目前核電廠停機之影響。

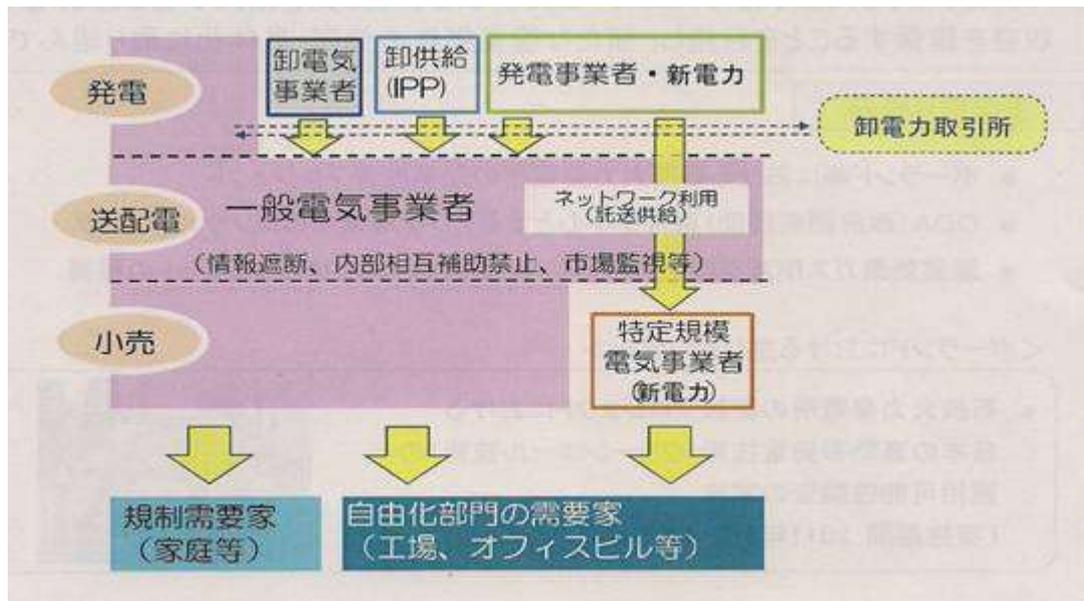


圖 4-8-1 日本電氣事業概要

(2) 中國電力公司供售電概要

中國電力公司主要係供應日本中國地區(包括廣島、鳥取、島根、岡山及山口 5 線)之電力，其供電範圍約 3 萬 2 千平方公里(占全國總面積之 8%)，供電人口數計有 8 百萬人(占全國之 6%)。全公司除本店(總處)外，另有 30 個各地營業所及 2 個客服中心處理用戶申請用電、電費計收及事故搶修等相關事宜。迄至 2012 年 3 月底止(2011 會計年度)，用戶數總計約 521 萬戶，約為本公司總用戶數的一半，其中電燈用戶約 472 萬戶，電力用戶約 48 萬戶。

2008 年金融海嘯後該公司售電量大幅下滑，2010 年原已恢復至金融風暴前之 98%，2011 年卻又因冷氣空調需求減緩及東日本大地震伴隨之節電政策影響，售電量再度下降(約 601 億度)，惟估計未來 10 年因日本持續景氣復甦，用電量仍將逐年緩步成長。



圖 4-8-2 中國電力公司近年售電量及未來 10 年預估售電量

由於中國電力公司發電結構中核能機組發電量約僅有 8%，因此 2011 年福島地震造成核能機組停機後，該公司備用容量率仍在 10% 以上，相較於鄰近之關西及九州地區，供電尚有餘裕，是以今(101)年夏天該公司得以售電予鄰近之關西及九州 2 家電力公司。

本次觀摩，中電接待人員為顧客服務本部之主管及承辦人員，包括營業業務、營業運營、營業計畫及購入電力擔當，總計 8 位。參據該公司之組織圖，顧客服務本部類似本公司之業務處，其下轄單位，即為各地之營業所，負責所有與用戶有關之業務，每一營業所均包括電務與業務之工作，營業所之所長，則業務或電務人員均可擔任，與本公司目前區營業處之組織頗為類似。

2. 抄表作業及異常用電處理

(1) 抄表方式

中國電力公司對於所有用戶之電費計收均採每月抄表收費方式，與本公司區分為每月抄表收費（表燈時間電價及電力用戶）及隔月抄表收費（表燈非時間電價用戶）二種方式略有不同。該公司高壓以上用戶固定於每月 1 日抄表，低壓用戶每月則分為 20 個計算日處理，例假日與國定假日與本公司相同並不抄表，故各用戶每期抄表日亦有浮動情形。

該公司對於低壓及高壓未滿 500 瓩之用戶，主要採外包抄表方式。抄表日當天，抄表員持手提小電腦及印表機赴現場抄表，並當場列印電

費通知（所有用戶）與上期繳費收據（代繳用戶）送交用戶。另該公司自 2010 年 6 月起，對於偏遠山區用戶實施無線抄表作業，可遙控讀取最長約 1.5 公里距離之電表指數（如圖 4-8-3），抄表員無需親赴電表裝置處所，可節省部分往返路程並降低人工輸入抄表指數之錯誤機率，迄今已大量採用。此外，中電自 2012 年 9 月起，開始對於部分低壓用戶測試以遙控讀表（AMR，如圖 4-8-4）方式抄表，惟因仍處於測試階段，且低壓用戶數眾多投資金額龐大，未來是否可以繼續推廣目前尚無法得知。

至於 500 瓩以上之高壓（大口）用戶，目前已有 8 成以上採遙控讀表（AMR）方式抄表，倘經用戶事先申請，每月抄表後中電會將計費當月每 1 小時用電情形，以傳真、寄信或電子郵件方式通知該用戶（為確保資通安全，電子郵件另設有加密代碼），另最近亦計劃提供該類用戶上網查詢即時用電情況，此服務均由中電負責裝設相關軟體設備，用戶無需負擔任何費用。

本公司目前亦正積極建置遙讀抄表系統（AMR），每月抄表後可將抄表指數以電子郵件通知用戶確認，並研擬俟高壓以上用戶 AMR 裝設完竣後，經由網際網路提供用戶用電資訊、協助評估最適契約容量及費率方案，與負管措施等，以創造 AMR 最大之附加價值。

無線檢針のイメージ

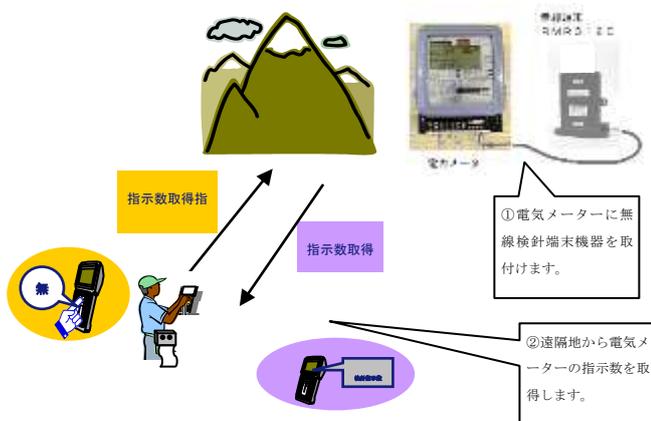


圖 4-8-3 中電遠距無線抄表示意圖

パケット遠隔検針のイメージ

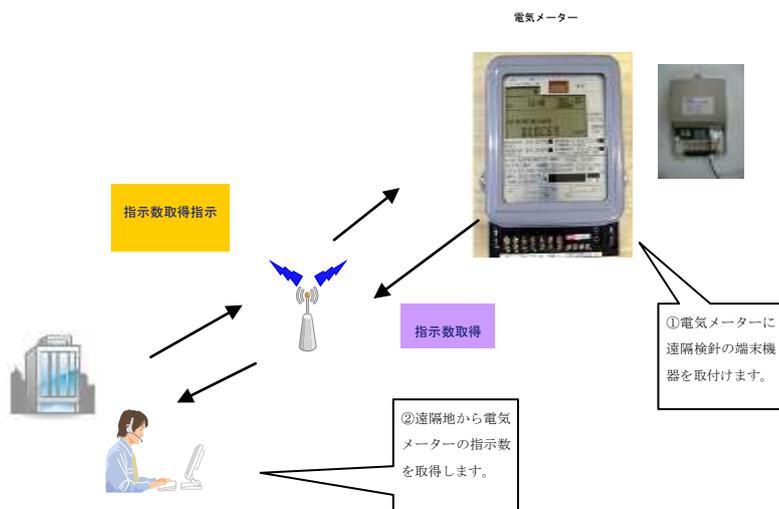


圖 4-8-4 中電遙讀抄表(AMR)示意圖

(2) 外包抄表員

中國電力之外包抄表員（檢針員），區分為個人契約及團體契約 2 種，分別訂有外包抄表合約，各類抄表員之契約範圍略述如下表，較本公司統一發包予承攬商及僅處理定期抄表業務更為多元：

抄表員契約種類		每月工作日數	業務內容	契約期間
個人	特號	20 日	欠員時支援抄表作業 用電量異常用戶現場調查作業 用電量推定作業調查 申辦廢止用戶用電量現場調查 使用量協定支援 中間抄表業務支援 代繳業務之推廣 顧客要求及主管指派事項處理	1 年
	1 號	基準日數 18 日以上	抄表及相關業務	1 年
	2 號	14 日以下(包括每月 2 日以下待命支援)	抄表及相關業務 特號委託員業務	3 年
團體	3 號	未設定條件	抄表及相關業務	1 年

表 4-8-1 中電抄表員種類及業務內容

有關各類抄表員之酬勞金，特號抄表員基本月薪為 12 萬 500 日圓，倘當月總抄表數在 25000~25999 戶則另加計酬勞金 11 萬日圓，並於支援其他業務時給予日酬勞金 6444 日圓。至於其他 1、2、3 號抄表員，除有基本之日酬勞金外，另對於其抄表品質（依據抄錯及影響公司業務件數予以加減積點評比，並按前月累積積點區分抄表員等級）、抄表戶數（如密集區或山區、高壓用戶、需量用戶及政府機關等）、電氣使用申請書發放等，另訂有相關酬勞金單價。

此外，對於天災造成抄表日變動或廢止用戶使用量調查等，亦訂有額外酬勞金。

中電對於抄表員之福利優渥，除有交通費、通信費補助外，傷病、結婚、生產、久任等，均有慰問金或祝賀金。

(3) 異常用電處理

對於用戶用電異常情形，中國電力公司與本公司處理方式類似，各營業所均有抄表業務負責人，負責查核用戶用電量是否異常。每月抄表時，倘用戶用電量超過電腦設定之上下限範圍時，抄表員將暫不列印電費通知單，俟回處後由專人調查，當期電費則按上期用電量暫推算。懷疑電表異常時，計量公差係由中國電力自行檢驗，並無類似台灣標檢局委託台灣大電力研究所代為檢驗之情形。倘驗表後確認故障，原則依該公司與用戶之「電氣供給約款」（即供電契約）規定合理推算用電量，經過相關部門與用戶研議後，擬具「使用電力量協定書」，說明協定理由、計量器故障狀況及推算期間後重新計算電費，併下期電費加減收或另行補收(退)費。

據中電與會人員告知，該公司電表很少發生故障情形，即便故障，幾乎即當期就能發現，至於竊電案件則更是少之又少，應是日本人民守法及按部就班做事之民族性所致。

3. 電費帳單及繳費證明服務

(1) 電費帳單類別

中電目前對於同一契約下有多筆電表者，提供多種帳單通知方式供用戶選擇（稱為集約請求，需個別與中電協議，詳表 4-8-2），相當有彈性，惟各期帳單不論金額多寡，均會通知用戶，並無類似台灣電信業

者對於當期帳單小於一定金額時，因成本考量會併入下期帳單一併收取之情形，且所有帳單均為紙本形式，並未提供電子帳單服務。

集約請求種類	對象 契約種別	集約範圍		集約方式
		代繳戶	非代繳戶	
標準集約	全部用戶	同一營業所	同一營業所	同一契約同一抄表日
隔日集約	500 瓩以上大口用戶除外之契約種別	—	同一營業所	20 個抄表日分為 8 天集約
期間集約	全部用戶	—	全部範圍	01~05 計算日抄表結束後通知(如政府機關)
特定集約	500 瓩以上大口用戶除外之契約種別	全部範圍	同一營業所	20 個計算日均抄完後一併通知

表 4-8-2 中國電力公司電費帳單集約請求類別

至於帳單格式，本公司除已辦理集中代繳之用戶外，其餘用戶不論是否同一戶名均各別寄送帳單，但中國電力公司對同戶名者（需同一契約編號）可以列示於一張帳單內，舉例如下列：



圖 4-8-5 中電同契約 4 戶以下之銀行代繳戶電費通知明信片

此外，中國電力於今（101）年 10 月，在倉敷、福山 2 個營業所開始試辦抄表員遞送之電費通知上列印 QR-CODE，用戶使用智慧型手機掃描即可顯示當期電費明細，惟用戶必須事先申請，方得使用。

電気ご使用量のお知らせ《平成24年 7月分》		毎度ご利用いただきありがとうございます。	
操作演習用データ74 様			
ご契約番号 1000-85422222-1		ご契約種別 ファミリータイム2	
今月検計日 7月 2日		ご使用期間 6月 1日～ 7月 1日(日数31日)	
前月検計日 6月 1日		早収期検日 7月23日 振替予定日 7月11日	
ご使用量	304 kWh	ご請求予定額	7,518円
【使用量実績】	前月(29日) 229 kWh	うち消費税等相当額	358円
前月()日	kWh	うち再エネ発電賦課金等	33円
ご契約容量	0 kVA	マイコン計測対象	3 kVA
<small>ご請求予定額は、ご契約の変更等で、実際のご請求額とは異なる場合があります。</small>			
今月指示数	0100	0100	0110
取付指示数	0001	0002	0003
差引使用量	99	98	107
取替前使用量	0	0	0
メーター番号	577		
燃料費調整率	7月分 0.44円		
お問い合わせ先電話	引越し受付 0120-***-*** その他受付 0120-***-***		
中国電力株式会社 本店 営業所 検計員 中電太郎		中国電力株式会社 本店 営業所	
印刷税申告納付につき広島県 税務署承認済			

電気料金領収証
(平成24年 6月分)

操作演習用データ74 様

ご契約番号 1000-85422222-1
ご契約種別 ファミリータイム2
ご契約容量 0 kVA
ご使用期間 5月 1日～ 5月31日
ご使用量 229 kWh

領収金額 **6,097円**
(うち消費税等相当額 290円)

＜領収内訳＞
基本料金 1,100.00円
電力量料金 5,127.04円
燃料費調整 0.00円
マイコン割引 -420.00円
再エネ発電賦課金等 0円

上記金額をご指定口座から
6月22日に領収させていただきました。
本日より料金を申し受けることはありません。

圖 4-8-8 中電電費帳單提供 QR-CODE 查詢明細

(2) 繳費證明

目前中國電力公司提供用戶之繳費證明可經由電話申請或透過網路列印 2 種方式。倘以電話申請，用戶需填具申請書，寄回後由中電人員製作寄送用戶；網路列印則用戶須先至中國電力公司網站註冊為會員，嗣後即可上網查詢及列印各期繳費證明，網路列印之繳費證明格式與電話申請回覆之格式相同，且本項服務措施完全免費。原本中國電力僅提供用戶 24 個月內之用電資料，自 2010 年 4 月以後延長為 30 個月，超過 30 個月之資料目前該公司並未提供。

本公司提供之繳費證明均蓋有圓戳章以茲證明，中電則無，且據與會人員告知網路上印製之資料即可視同正式公文書使用，故可以大幅減少人工處理此類案件之時間。此外，對於公務機關來函詢問用戶用電資料，中電僅提供予法院及稅捐機關，其餘機關亦未提供。

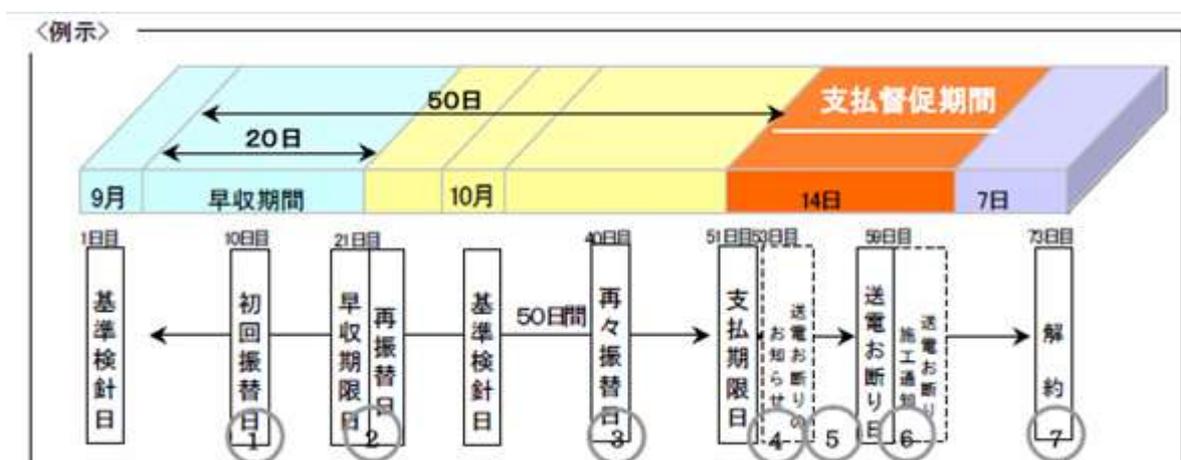
4. 繳費方式及欠費處理

(1) 繳費方式

中國電力公司目前僅有金融機構代繳、信用卡及代收（包括營業所櫃台及便利超商等繳付）3種繳費方式，其中約有80%用戶使用代繳、10%使用信用卡，其餘10%至代收機構繳費，與本公司另有網路、手機等多元化繳費方式相比似較為不便。主要原因係中電給予代繳不印寄帳單用戶每期電費減收82.5日圓之優惠（郵寄費用為80日圓），故代繳率比本公司高出甚多，也正因為如此，其餘繳費方式在成本效益之考量下並無迫切開發之需求。

(2) 收費日程

中電所有用戶均採每月抄表收費之方式，相關之處理日程如下：



編號	1	2	3	4	5	6	7
	第1次扣款	第2次扣款	再次扣款	催收	催收	停電日	解約日
日期	抄表日+9天	抄表日+20天	次月抄表日+9天	抄表日+52天	抄表日+56天(圖例有誤)	抄表日+58天	抄表日+72天
處理部門/人員	金融機關	金融機關	金融機關	催收員	催收員	催收員	員工
作業/通知內容	—	—	帳戶扣款	停電通知	停電通知(最後通知)	停電(施工通知)	解約通知
通知方式	—	—	—	致送用戶	致送用戶	致送用戶	致送用戶

圖 4-8-9 中電用戶電費收費日程

(3) 欠費催收

中電用戶各期電費之繳費期限（早收期限）為 20 天，超過繳費期限後繳費者，需加計 3% 遲付費用併下期電費收取。停電日前，電腦會自動列印催繳單（督促通知），並由催收員（集金員）赴現場催收，倘用戶不在則投遞至信箱內。停電當日倘用戶仍未繳費，則赴現場停電並投遞施工通知單（如圖 4-8-10）。不論催繳通知或停電施工通知，均附有條碼供用戶至超商繳費，繳費完若要復電，可以電話通知中電辦理，用戶無須繳交任何復電費。目前中電並未採以手機簡訊通知方式催繳。停電後 7 天則為終止契約（解約）日，解約後該公司考量用戶仍可能復電，故並未立刻將電表拆回，至一年後始予拆回。用戶在解約後仍可持通知單赴超商繳款，如果單據遺失，則可致電中電另行處理後，至便利超商以 ibon 方式繳費。



圖 4-8-10 中電電費停電日施工通知單

(4) 停復電作業

考量停復電人力成本及加強用戶服務，中電對一般用戶（單相，30 安培以下）係採遙控方式辦理復電，停電人員在用戶電表端裝置遠端控制設備（系統架構如圖 4-8-11），每台設備均有編號，裝置完成後（如圖 4-8-12），透過通訊線路，遠端之中電人員即可經由電腦或手機瞭

解電表狀態，一旦用戶繳清欠費並申請復電，依中電與超商簽訂之代收合約，超商須立即通知中電，該公司則可以遠端電腦設備或工作人員手機遙控送電（如圖 4-8-13），故用戶申辦復電後一般僅需 1 小時即可完成，中電無須派員赴現場處理，下次抄表時再由抄表員將控制設備拆回，大幅節省往返人力成本和時間，另經由遠端監控，亦可以了解電表是否被擅自使用。

遠隔送電制御システムの構成

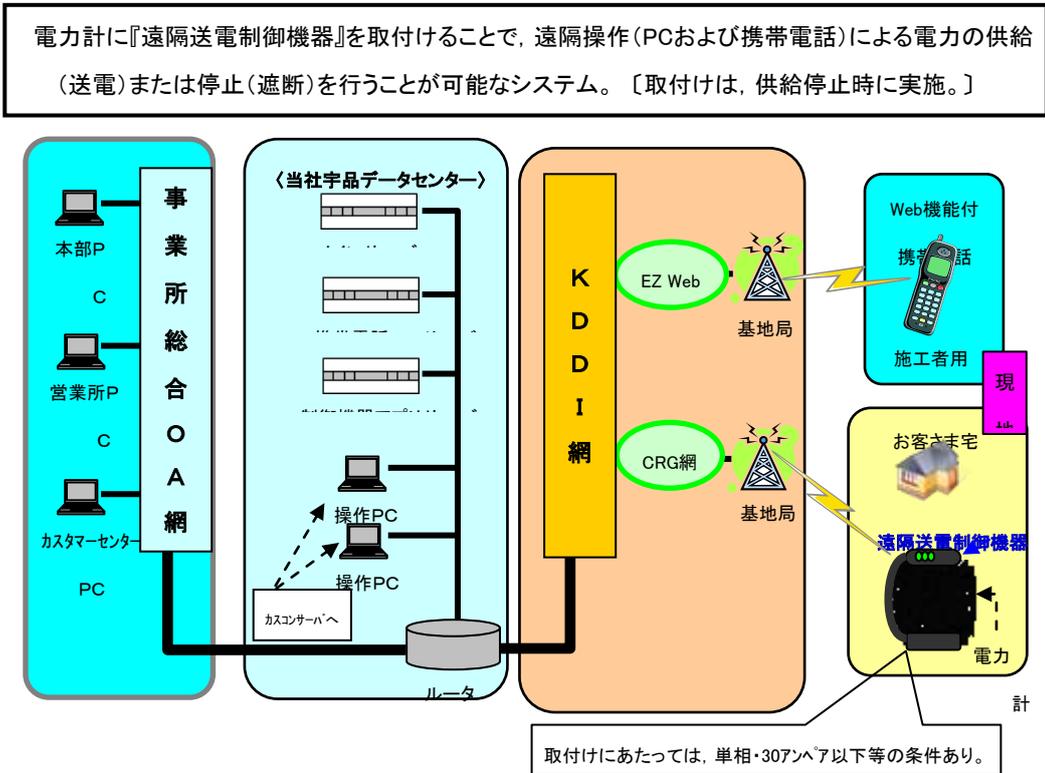


圖 4-8-11 中國電力遠端復電系統架構圖



4-8-12 中電遠端復電控制裝置

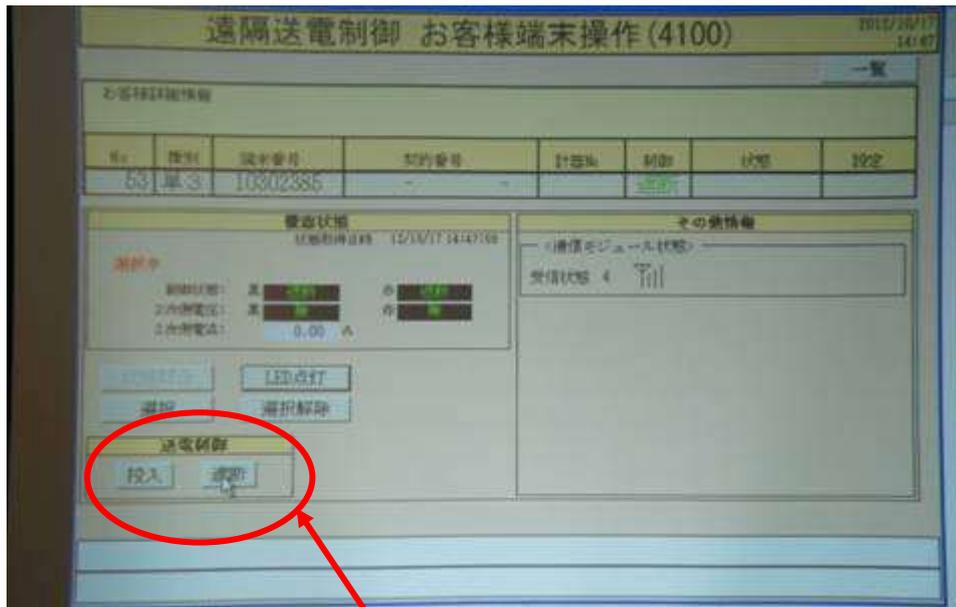


圖 4-8-13 中電遠端復電系統操作畫面

(5) 欠費催收員

與抄表員相同，中國電力公司之欠費催收亦委託外包人員處理（稱為集金員），並須支援抄表員工作，各類催收員區分如下表：

種類	負責區域	每月工作日數	工作內容	契約期間
特號委託員	不限定	20 日	停電復電業務 欠費 2 個月用戶催收作業 抄表員及欠費催收員休假時支援作業 特殊用戶之電費收取、通知單遞送 抄表相關業務	均為 1 年
2 號集金員	離島地區	10 日以下	停電復電業務 欠費 2 個月用戶催收作業 抄表員及欠費催收員休假時支援作業 特殊用戶之電費收取、通知單遞送	
集金事務員	不限定	20 日	（一般不去現場，為兼職內勤人員） 欠費用戶催收停電處理 廢止用電用戶結算電費之催收 停電業務支援	

表 4-8-3 中電欠費催收員種類及業務內容

有關各類催收員之酬勞金，特號委託員及 2 號集金員均為全日外勤催收人員，特號委託員基本月薪 12 萬 500 日圓，並依據負責區域每月總發行帳單數另加計酬勞金，2 號集金員基本月薪則依據其每月工作日數及其負責區域總發行帳單量計算；集金事務員除基本月薪 6 萬日圓外，另依其每日工作時數（1~3 小時不等）領定型事務處理月薪。為鼓勵集金員努力催收電費，契約中另訂有相關獎勵金，採積點方式計費（每 1 積點 80 日圓），倘收得 1 件欠費（低金額者），則有 3 點酬勞（240 日圓）；高金額帳單 1 件則有 5 點酬勞（400 日圓）。另對於停電施工及復電，亦分別訂有 6~10 積點之酬勞。此外，催收員與抄表員相同，亦享有非常優渥之福利制度。

（6）欠費預防

目前中國電力公司欠費率約在 0.4% 左右，對於一般住宅用戶，因欠費金額較低，考量訴訟可能費不及利，該公司並未訴追，僅對欠費金額較高之用戶方以法律途徑解決。

本公司許多用戶於搬遷時，時有未過戶之情形，以致日後後用戶欠繳電費時催收困難，向前用戶（契約當事人）催收又造成不少爭議。在日本，一般民眾搬遷時，普遍已有通知水電公司之觀念，而中國電力公司為持續宣導，每年 2~3 月（4 月各學校學期結束時較易有用戶異動情形）均請抄表人員再發放宣導摺頁（如圖 4-8-14），請用戶搬遷時務必事先通知該公司，經年累月，獲致不錯之成效。

另用戶要搬入前，中電會在現場留置免貼郵票之申請書（如圖 4-8-15、圖 4-8-16），請用戶在遷入時填妥該申請書寄回（包括銀行代繳相關資料），並貼心設計填寫範例供用戶參考。另由於係採明信片方式，為免用戶資料外洩，在該申請書內另夾附貼紙，用戶填寫完畢可以將貼紙背頁填寫範例撕去，貼紙即可很容易黏貼於明信片上，遮住用戶資料保護隱私。

此外，中國電力公司亦印製一般用戶之宣導手冊（如圖 4-8-17），以生動有趣之方式提供用戶電價、抄表收費、電費帳單等與用戶權益有關事項及停電處理、節約能源等有用資訊。

お引っ越しが決まったら、お早めに 中国電力へ電気のお申し込みを!

3月中旬頃から、お引っ越しの申し込みが大量集中いたします。お引っ越し先・予定日がお決まりになりましたら、お早めに手続きをお願いします。
■お申し込み前に以下の内容をご確認ください。

電気のご使用廃止の場合

- ご契約番号・ご契約名義
〔電気ご使用開始の住所が、電気料金事務の届出に一致する必要があります。〕
- 電気のご使用を廃止する住所
- 電気のご使用廃止日
- ご連絡先電話番号
- 最終分の電気料金の精算方法
〔請求の決定日(方法)はお客様、クレジットカードから決済も承りますが、請求は前記第1項の決定日となります。〕
※請求方法がわからない場合は、請求担当の担当者を御確認ください。〕
- お引っ越し先の住所
〔アパート名、階番号、部屋番号についてもお知らせください。〕

電気のご使用開始の場合

- ご契約名義
- 電気のご使用を開始する住所
〔アパート名、階番号、部屋番号についてもご確認ください。〕
- 電気のご使用開始日
- ご連絡先電話番号
- 電気料金のお支払い方法
〔口座振替(クレジットカード)等お振込みも承っております。〕
※お振込み(クレジット)などで電気料金をお支払いして利用されているお客様は、お引っ越しの際にご住所・お名前・お振込み先を御変更ください。お振込み先が不明な場合は、お振込み先を一度確認をお願いいたします。お振込み先が不明な場合は、お振込み先を一度確認をお願いいたします。お振込み先が不明な場合は、お振込み先を一度確認をお願いいたします。〕

電気料金・使用量照会サービスをリニューアル

当社のホームページに御案内がありますので、ぜひお試ください。
URL: <http://www.energia.co.jp/>

インターネット(お引っ越し受付サービス)

24時間ご利用可能なインターネットによる受付も行っています。
お申し込みはこちらから→
中国電力引越

※ご利用にあたっての条件がございますので、必ずご確認ください。

電話の引越受付フリーダイヤル ☎0120-9000

最新りの営業所区別の「引越受付フリーダイヤル」をご利用ください。カスタマーセンターの担当者が承ります。
※お電話が10分程度かかります。お電話が集中している場合は、お電話が完了するまでお待ちください。
※携帯電話からもご利用可能です。
※電話番号をよくおぼえのうえ、フリーダイヤル0120-9000からおかけください。

廣島山営業所区域	☎0120-5
廣島通営業所区域	☎0120-5
廣島三次営業所区域	☎0120-5
廣島広島営業所区域	☎0120-5
廣島南営業所区域	☎0120-11
廣島矢野営業所区域	☎0120-5
廣島島北営業所区域	☎0120-5
廣島島東営業所区域	☎0120-7
廣島日市営業所区域	☎0120-5

圖 4-8-14 用戶搬遷時應通知中電之宣導資料

郵便はがき

7308790 999

〒1113 郵便事業株広島支店 私書箱45号

中国電力株式会社
広島カスタマーセンター行

〒11130000

宛 定 (金融機関宛)

- 電気契約の名称人が中国電力へ支払うべき電気料金の振替依頼書が、中国電力から貴行(貴金融機関、以下同じ)に送付されたときは、貴方に通知した上で振替依頼書記載の金額を振替宛先に表記の振込口座(振込先)に振り込み、中国電力の振込口座へ振込みください。
- 前記1の支払手続きについては、普通預金または市振替預金にのみかかわります。預金払込請求書の提出または当座小切手の振出などいたしませんから、貴行宛送付の方法で振込してください。
- 振替指定日に自前の資金が不足することのないよう十分注意します。万一、資金不足により振替ができないときは、中国電力からの資金当座振替宛先より資金を充当しますので、中国電力指定の自前の振替日に振替してください。この場合、振替日が当座決済期間を過ぎて振込料金が発生した場合も異議ありません。また、振替日に振替ができない場合、貴方に通知した上で振替依頼書を中国電力へ送付されても異議ありません。
- 貴方の都合によりこの取扱いを解約する場合または表記記載事項に規定がある場合は貴行へ通知します。
- この取扱いに關し、万一紛争が生じても、貴行の責にまらざるものを取り貴行に連絡をください。

☎座振替の手續きに関する注意事項を掲載しています。
このシールを貼る前に☑チェックしておく目安です。

- 口座名義は、**送付に書いてある名前全部とフリガナ全部**が必要です。すべての記入がありますか?
- 金融機関へのお届け印が必要です。印鑑に間違いは、ありませんか?
- 口座情報を訂正したいときは、**二重線で消した上に、金融機関へのお届け印を押してください。**
- 金融機関(ゆうちょ銀行以外)のお客さまは…**預金種別**に○はされましたか?
- 金融機関で登録ができない一番の理由は、預金種別の記入漏れです。必ず、ご記入をお願いします。
- 「とくとく振替プラン」について、裏面下を確認されましたか?
- 請求書や領収証の郵送がいらぬときは、契約の種類によって割合になることがあります。
- 金融機関へのお届け印は、**乾いていますか?**
乾いていない状態で保護シールを貼ると、お届け印がつぶれてしまいます。必ずご確認ください。

圖 4-8-15 中電用戶用電申請書(明信片封面及貼紙)

5. 其他

(1) 燃料費調整制度

近年來燃料價格波動劇烈，為即時反映至電價，故中電在 2009 年修訂實施原先之燃料費調整制度，以 2008 年(即平成 20 年)1~3 月間原油、LNG 及煤三種燃料之通關統計價格做為基準，並給予換算係數計得基準燃料價格及基準單價，嗣後每月依據前三個月平均燃料價格之變動幅度計算調整基準單價 (XX 日圓/每度)，並遞延 2 個月反映於電價中 (如下圖)。為充分揭露相關資訊，基準單價之計算方式及標準除於各類電價文宣中說明及中電對外網頁宣導外，用戶各期電費通知單亦分別列示當期燃料費調整單價及調整全額。

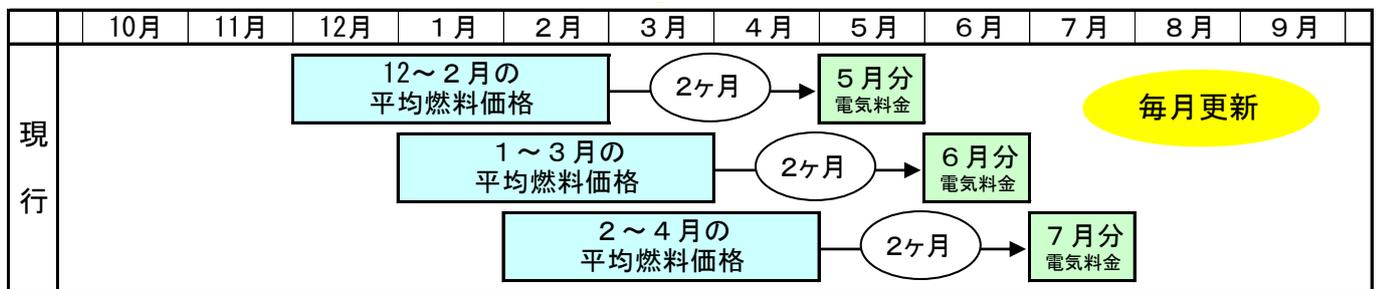


圖 4-8-18 日本燃料費調整制度反映電價期間

另為免燃料巨幅波動造成電價大幅上漲，對於電價受管制之一般用戶，平均燃料價格訂有上限 (目前為 39000 日圓/k_l)，至於自由化之用戶則未設限 (如下圖)。

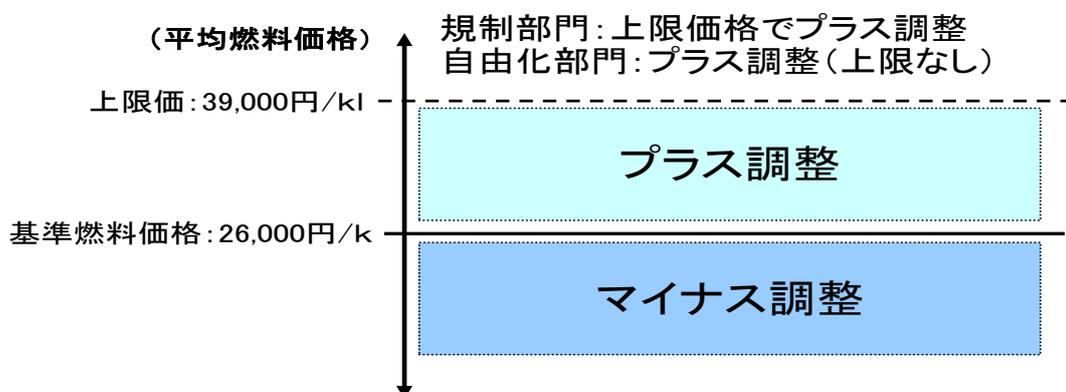


圖 4-8-19 日本燃料費調整範圍

(2) 民營電廠(IPP)購電業務

中國電力公司於 1997 年開放 20 萬瓩容量供外界競標，結果計 2 家業者得標（均為燃煤機組），合計購電容量 23 萬 5000 瓩，契約年限為 15 年，每年之基準電力量，中電會在前一年度末視次年度電力需求狀況與 IPP 協商調整。該 2 家業者均自 2004 年 3 月開始商轉，迄至目前為止仍僅此 2 家業者與中電簽訂購售電契約，。

IPP 之購電費率則包括 2 部分，分別為基本料金與電力量料金，各項目調整標準如下，與本公司費率調整方式類似：

	項目	內容	契約調整依據
基本 料金	資本費	折舊費 利息 固定資產稅 等	不調整
	運轉維 持費	人事費、修 繕費、委託 費、一般管 理費等。	以政府公布之薪資 水準、躉售物價指數 等指標之變動率每 年調整。
電力 量料 金	燃料費 (燃料本 體)	燃料費	依據通關統計(CIF) 之燃料價格變動為 基礎調整
	燃料費 (其他費 用)	燃料費相關 費用，如人 事費、稅金 等。	與運轉維持費調整 方式相同

表 4-8-4 中電 IPP 購電費率項目

近來本公司所面臨 IPP 資本費利率調整之爭議，經詢問中電接待人員表示，簽約當時雙方即將利率之變動納入風險考量，故購售電契約中並無相關調整機制，而目前該公司與 IPP 亦無此爭議。至於其他契約條款亦與本公司類似，在此不再逐條列出。

(三) 研習心得

首先感謝公司讓我有機會參與本次的實習活動。值此營運最艱難之際，本次活動仍可順利成行實屬難能可貴。由於台灣僅本公司一家綜合電業，平時除公司同事外，並無機會和同行交換工作心得，因此，不管是 94 年第一次公務出國考察瓜地馬拉及尼加拉瓜水力發電計畫，或本次中電實習電費相關業務，均非常珍惜與同行互動之機會，除了體驗不同國度之風土民情，汲取對方公司之經驗及優點外，經由觀摩實習活動，亦體會本公司部分服務措施或營運成效與國外電力公司相比毫不遜色，更加感謝公司同仁先進過去付出的努力。

本次實習剛擬定題目時，其實並不是很順利，因對中國電力公司之狀況並不是很了解，因此原本僅基於現今網際網路及智慧型手機之日益普及，希望本公司能據以運用在電費之計算收取及相關服務措施，故想了解中電提供智慧型手機用戶之 App 服務措施（包括電費、停電或節能訊息等）、電子帳單服務（包括提供之訊息、優惠內容及推廣措施）、提供 AMI 用戶之電費服務資訊與欠費催收處理方式，惟中電回覆僅能提供欠費催收處理資料，其餘議題因未有相關措施無法提供協助，經調整後，乃以一般電費作業之抄表、核算、收費與欠費催收做為觀摩題目，希望從中學習對方公司之優點，以做為未來業務改善及推廣之參考。

本次個別觀摩期間計 2 天，中國電力負責人員在會前便已將相關答覆資料分別議題整理妥當，並事先提供給隨行翻譯準備，另會前又特別召集翻譯人員叮嚀應注意事項，因此在觀摩期間，透過個別貼身翻譯已將雙方語言隔閡影響降至最低。期間中電主辦單位人員亦不時貼心詢問觀摩進度及是否有需協助處理事項，個別觀摩結束當天，更史無前例邀集協助本團團員的所有解說人員共進晚餐，席間雙方人員分別發表感言，並盡情閒聊工作以外之話題，其中有幾位人員曾來過台灣，有些人竟然知道本公司的「電心女孩」，因此一時間雙方有了共同話題，賓主盡歡，這個晚宴安排更讓人感受到中電對於此次交流活動之重視與用心。

經由本次交流，瞭解原來中電之銀行代繳率已高達 80%（含信用卡則為 90%），是以對於本公司提供之多元繳費方式，如手機、網路繳費或電子帳單，並無迫切開發需求。為何中電會有如此高的代繳率？細究其原因除了提供代繳不印寄帳單用戶電費折扣外，該公司不遺餘力推廣代繳，並在用

戶遷入時即留置代繳電費申請單亦可能為代繳率高之原因之一。另本公司許多用戶在賣屋或遷出後均未辦理過戶手續，以致多年後屋主欠費時，又收到本公司催繳電費通知，造成不少爭議。中電則每年均會向用戶宣導過戶之重要性，其宣傳單活潑生動，並且提供用戶便利又貼心的申請單，久而久之，遷入遷出需通知水電公司之觀念已深植一般日本民眾，故日後可避免許多處理困擾，值得本公司學習。

此外，本公司用戶倘逾代收期限則必需親至本公司服務據點繳付，但中電甚至已停電之用戶均可電洽該公司後利用超商 ibon 繳費，中電並利用遙控裝置在用戶繳費後 1 小時內完成復電，可以大量節省人工復電往返時間，令人印象深刻。觀摩期間還發生一段小插曲，解說人員示範遙控復電裝置時，不知為何該裝置突然不動作，但中電人員當時並未放棄，仍不斷進行測試檢查，花了一些時間最後終於大功告成，也印證日本人做事一絲不苟之精神。

經由本次觀摩活動，對於未來本公司相關業務謹提供建議如下，有些意見雖囿於目前經營環境無法立即實現，不過或許可以作為未來檢討改善之參考：

1. 加強宣導過戶之觀念

本公司過去曾於電費單據之敬致用戶事項欄位向用戶宣導過戶觀念，不過係以文字敘述方式或許較無法吸引用戶注意，建議可考慮每年以夾頁或在電費單信封上宣導，經由不斷教育用戶，俾潛移默化深植用戶心中，或可因此大幅減輕未來催收電費之困擾。

2. 加強宣導用戶辦理銀行轉帳代繳

目前本公司用戶申請銀行代繳雖稱便利，惟公司對用戶均為被動宣導，倘採取主動出擊，如考量在新設非代繳戶用戶第一次電費帳單中夾帶銀行代繳之申請單，並且用戶填妥後無需郵資寄回，或許可以提升本公司代繳率，加強資金回收之穩定性，甚至亦可考量對於無需印寄紙本帳單之用戶比照電子帳單給予減收電費之優惠。

3. 檢討特定情況實施 ibon 繳費之可行性

過去統一超商曾與本公司洽談提供 ibon 繳費之功能，惟當時基於保護用戶用電資料安全未予辦理，而中電對於超過代收期限或已停電用戶開放 ibon 繳費之方式或許可以供本公司參考，亦即考量當用戶必須立

刻繳費又無法前來本公司時，經由用戶同意開放以ibon方式繳費。

4. 開發智慧型手機App程式功能

目前中電對於部分用戶經事前申請可以在抄表時之用電通知單上列印QR Code供查詢當期電費明細。本公司雖無抄表時即時通知電費之功能，惟因應現今智慧型手機之普及，實有必要開發相關之App程式以提升本公司之形象，除了目前公司已在研擬中的智慧型手機繳費外，對於使用電子帳單之用戶或可開發相關App程式以利查詢。

5. 對於申請繳費證明或用電資料之用戶考量酌收費用

目前本公司對於申請繳費證明或用電資料之用戶均屬服務性質不收取費用，惟部分用戶時有要求提供多年用電資料之情形，造成人力處理之大量負荷，中電雖然亦不收取費用，惟均由網路下載列印並僅限30個月內之資料，本公司為公營事業，基於服務用戶立場，似無法拒絕提供用戶多期之用電資料，惟建議可參考國內部份公家單位對於申請資料酌收工本費之方式，向用戶酌收費用以反映成本。