

出國報告（出國類別：實習）

派赴日本中國電力株式會社第 40 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
簡明利	大潭發電廠	環保化學經理
簡秀俊	基隆區營業處	電務督導
路奎琛	基隆區營業處	電費經理
陳麗珍	財務處	企劃組長
林啓明	系統規劃處	主管規劃
李建隆	資訊系統處	主管資訊網路
許永輝	核能發電處	主管沸水式運轉管制
林國源	輸變電工程處	土建檢驗課長

派赴國家：日本

出國期間：97 年 9 月 22 日至 10 月 1 日

報告日期：97 年 11 月 20 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 40 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
簡明利	化學工程監	大潭發電廠
出國類別	☐ 考察 ☐ 進修 ☐ 研究 ☒ 實習 ☐ 其他_____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：97 年 9 月 22 日至 97 年 10 月 1 日		報告繳交日期：97 年 11 月 20 日
出國計畫主辦機關審核意見	☒ 1.依限繳交出國報告 ☒ 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) ☒ 3.無抄襲相關出國報告 ☒ 4.內容充實完備. ☒ 5.建議具參考價值 ☒ 6.送本機關參考或研辦 ☐ 7.送上級機關參考 ☐ 8.退回補正,原因: ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 ☐ 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: ☐ 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 其他_____ ☐ 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	簡明利等 8 員	審核人		單位主管	主管處主管	副總經理	
							 代費副處長
QP-08-00-11-21-F06							

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 40 屆觀摩團研習報告

頁數 153 含附件：☐是☒否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：臺灣電力公司／陳德隆／23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

簡明利/臺灣電力公司/大潭發電廠 /環保化學經理/03-4733777 EXT2700
等 8 人

出國類別：☐1 考察☐2 進修☐3 研究☒4 實習☐5 其他

出國期間：97 年 9 月 22 日至 97 年 10 月 1 日 出國地區：日本

報告日期：97 年 11 月 20 日

分類號/目

關鍵詞：GHG, SCR, IGCC, CCS, SPS, SVC

內容摘要：(二百至三百字)

本次第 40 屆觀摩主題分別為複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術、溫室氣體盤查減量技術、配電線路地下化規劃實施原則及實務，地下配電亭置式變壓器體積縮小化研究、配合電力系統需求之購電電價策略、輸電系統規劃與智慧型電網、資訊網路應用、服務品質(QOS)與資訊安全相關議題、島根核能電廠-機組運轉數據評鑑系統(Plant Data Assessment System)、輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統等，涵蓋發、輸、配電系統之運轉、維護、施工、品管、環評等及經營面之電價、資訊、財務管理等，各領域均與中電充分交流，本報告詳述中電經驗與研習心得，他山之石可以攻錯，希望能對未來本公司之經營有所助益。

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

目 錄

目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
壹、 前言.....	1
貳、 團員名單與行程紀要.....	2
一、團員名單與觀摩項目.....	2
二、行程紀要.....	2
參、 共同觀摩項目.....	4
一、中央給電指令中心.....	4
肆、 個別觀摩主題與感想建議.....	7
一、複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術及發電業溫室氣體盤查減量技術－簡明利.....	7
二、配電線路地下化規劃實施原則及實務，地下配電亭置式變壓器體積縮小化研究－簡秀俊.....	20
三、配合電力系統需求之購電電價策略－路奎琛.....	46
四、全球金融市場動盪下，對於籌資理財以及財務風險控管之措施及成效－陳麗珍.....	63
五、輸電系統規劃與智慧型電網－林啓明.....	81
六、資訊網路應用、服務品質(QoS)與資訊安全相關議題－李建隆.....	103
七、島根核能電廠-機組運轉數據評鑑系統(PLANT DATA ASSESSMENT SYSTEM)－許永輝.....	116
八、輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統－林國源.....	132

表 目 錄

表 2-1~1	第四十屆赴日本中電觀摩團員名單與觀摩項目.....	2
表 2-2~1	第 40 屆中電參訪團觀摩行程紀要.....	3
表 3-1~1	中電各類發電機組概況.....	4
表 4-1~1	赴日本中國電力株式會社觀摩之行程.....	7
表 4-1~2	不同型式 SCR 觸媒特性比較.....	9
表 4-1~3	中電複循環發電機組 SCR 之設計概要.....	10
表 4-1~4	柳井發電所機組資料摘要.....	11
表 4-1~5	中電海外溫室氣體減量行動.....	15
表 4-1~6	不同氣化爐型式之比較.....	17
表 4-3~1	電力供給事業之相關規範.....	51
表 4-3~2	電力交易所各交易市場特性.....	53
表 4-3~3	電力公司間電力融通種類及契約型態.....	59
表 4-5~1	原提觀摩主題與項目.....	81
表 4-5~2	中電安排之觀摩計畫.....	82
表 4-5~3	擴充工程投資費用及經濟評估參數.....	85
表 4-5~4	高速多相(含高速單相)+中速 3 相復閉方式.....	88
表 4-5~5	高速單相+中速 3 相復閉方式.....	89
表 4-5~6	高速單相+高速 3 相復閉方式.....	90
表 4-5~7	高速 3 相(中速 3 相)復閉方式.....	91
表 4-5~8	高速多相復閉方式無電壓時間標準.....	92
表 4-5~9	中電 500 kV 系統無電壓時間.....	92
表 4-7~1	飼水流量相關度變化計算.....	124

圖 目 錄

圖 3-1~1	中電自動給電指令系統 ADS 運作情況	5
圖 4-1~1	SCR 排煙脫硝示意圖	8
圖 4-1~2	SCR 觸媒之型式	9
圖 4-1~3	複循環發電機組之典型 SCR 脫硝系統	10
圖 4-1~4	燃氣複循環發電機組 SCR 運轉後觸媒照片	11
圖 4-1~5	加壓流動床複循環(PFBC)發電系統示意圖	12
圖 4-1~6	日本溫室氣體盤查及申報	13
圖 4-1~7	日本中電之地球暖化防止對策	14
圖 4-1~8	煤炭氣化複循環發電系統示意圖	16
圖 4-1~9	IGCC 與其他燃煤發電機組效率之比較	16
圖 4-1~10	二氧化碳捕捉與封存	18
圖 4-3~1	電業自由化前後之市場架構圖	47
圖 4-3~2	第一次電氣事業制度改革概況	48
圖 4-3~3	第二次電氣事業制度改革概況	48
圖 4-3~4	第三次電氣事業制度改革概況	49
圖 4-3~5	零售市場自由化過程	50
圖 4-3~6	中國電力公司競標時購電費率之計算架構	56
圖 4-5~1	中電五日市南變電所初期系統單線圖	97
圖 4-5~2	中電五日市南變電所終期系統單線圖	97
圖 4-7~1	參數點展開	118
圖 4-7~2	發電量對冷凝器真空度相關依存度	118
圖 4-7~3	蒸汽消耗量對外界溫度相關依存度	120
圖 4-7~5	偏差警戒時歷	121
圖 4-7~6	變化量警戒實例	121
圖 4-7~7	傾向警戒實例	122
圖 4-7~8	飼水流量實際變化	123
圖 4-7~9	飼水流量對發電量近似式	124
圖 4-7~10	飼水流量對發電量之偏差變動	125
圖 4-7~11	飼水流量對冷凝器真空度近似式	125
圖 4-7~12	飼水流量對冷凝器真空度之偏差變動	126
圖 4-7~13	核二廠 運轉數據監控系統	127
圖 4-8~1	中國電力株式會社組織圖	134
圖 4-8~2	流通事業本部組織圖	135

壹、 前言

本公司與日本中國電力株式會社（以下簡稱中電）於民國五十五年締結雙方技術交流合約，約定每年互派人員觀摩研習，自 95 年(2006)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，作為雙方發展方向的參考。

中電係具有優良傳統及營運績效之電力企業集團，但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，雖有電價調整機制但仍無法適時反應成本，今年可能由盈轉虧，全公司上下正全力尋求對策來改善體質。本公司在這波燃料價格及原物料成本飆漲下，而電價無法調整下已連續兩年虧損，今年雖奉政府核定電價調整但無法足額反應，虧損大幅度擴大，亟需藉由觀摩研習的機會瞭解中電的經營環境及因應對策，以為學習與借境。

本年第四十屆日本中國電力公司觀摩團一行 8 人，於 97 年 9 月 22 日赴日訪問十天。首先赴柳井發電所參訪、並參觀中央調度室後於中電總公司分組研討。此行觀摩重點如下：

- 一、 複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術及發電業溫室氣體盤查減量技術
- 二、 配電線路地下化規劃實施原則及實務，地下配電亭置式變壓器體積縮小化研究
- 三、 配合電力系統需求之購電電價策略
- 四、 全球金融市場動盪下，對於籌資理財以及財務風險控管之措施及成效。
- 五、 輸電系統規劃與智慧型網路
- 六、 資訊網路應用、服務品質(QoS)與資訊安全相關議題。
- 七、 島根核能電廠-機組運轉數據評鑑系統(Plant Data Assessment System)
- 八、 輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統

所謂「他山之石，可以攻錯」，團員們針對上述各項主題的研討重點及現場見習心得，分別提出報告及建議，作為本公司未來發展方向的參考。

貳、團員名單與行程紀要

一、團員名單與觀摩項目

本屆團員名單與觀摩項目說明如表 2-1-1：

表 2-1-1 第四十屆赴日本中電觀摩團員名單與觀摩項目

姓名	單位	職稱	觀摩主題
簡明利	大潭發電廠	環保化學經理	複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術及發電業溫室氣體盤查減量技術
簡秀俊	基隆區營業處	電務督導	配電線路地下化規劃實施原則及實務，地下配電亭置式變壓器體積縮小化研究
路奎琛	業務處	購電專業管理師	配合電力系統需求之購電電價策略
陳麗珍	財務處	策劃組長	全球金融市場動盪下，對於籌資理財以及財務風險控管之措施及成效
林啓明	系統規劃處	主管規劃	輸電系統規劃與智慧型網路
李建隆	資訊系統處	主管資訊網路	資訊網路應用、服務品質(QoS)與資訊安全相關議題
許永輝	核能發電處	主管沸水式運轉管制	中電島根核能電廠：plant data assessment system
林國源	輸變電工程處	土建檢驗課長	輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統

二、行程紀要

依本公司與中電技術交流慣例，本公司派赴中電觀摩團的行程係由中電全程安排規畫，本屆觀摩期間為 97 年 9 月 22 日至 97 年 10 月 1 日，共計 8 天；本團於 97 年 9 月

22 日 13:30 於總管理處集合後，即搭乘專車前往桃園國際機場， 14:40 於櫃檯完成報到手續後，搭乘華航 16:40 班機飛往廣島國際機場，於當地時間約 19:50 抵達，中電人材活性化部門之久留飛副長及翻譯吳小姐於機場接機，隨即搭專車至廣島 SUNROUTE 旅館，觀摩首日(9/23)適逢日本秋分日，中電安排參觀柳井發電廠，次日即赴中電總公司展開正式的觀摩行程，上午參觀中央給電指令中心，下午則安排聽取中電概況簡報，並拜會中電社長及取締役成員，就雙方之營運相關資訊進行交流。9 月 25 日與 26 日係就個別觀摩主題與中電相關人員進行研習討論或赴現場觀摩。後至京都、大阪等地參觀，體驗日本風土民情，並於 97 年 10 月 1 日於大阪國際機場搭乘 13 時 15 分的華航班機返回台北，中電送行人員於確認班機起飛後始離開機場，於觀摩期間凡事安排之周到與細心實令人感佩，本次觀摩行程紀要如表 2-2-1：

表 2-2~1 第 40 屆中電參訪團觀摩行程紀要

日 期	地 點	研 習 內 容
9/22 (一)	台北-廣島	往程
9/23 (二)	廣島	參觀柳井發電廠
9/24 (三)	廣島	參觀中央給電指令所、中電概況介紹、役員拜會
9/25 (四)	廣島、島根	個別觀摩見習
9/26 (五)	廣島、島根	個別觀摩見習
9/27 (六)	廣島	參觀宮島、廣島等地
9/28 (日)	京都	參觀京都等地
9/29 (一)	奈良	參觀奈良等地
9/30 (二)	大阪	參觀大阪等地
10/1 (三)	大阪-台北	返程

參、 共同觀摩項目

一、中央給電指令中心

中電安排觀摩團於 9/24 參訪位於該公司十五樓之中央給電指令中心(Central Load Dispatching Center)，小川課長先透過 16 分鐘之影片對整個供電系統及中央給電指令中心之功能進行簡介，並由團員提問後，再到中央給電指令中心作實地參訪。

日本 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交易。由於電能無法貯存，故需搭配不同時段、不同季節負載需求隨時進行調整，該中心係負責於持續供給中電轄區用戶穩定電力下，對各電廠機組進行經濟調度。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	機組數		總裝置容量(MW)
水力發電	中電	97	2,900
	其他電力公司	48	220
火力發電	中電	12	8,020
	其他電力公司	8	3,290
核 能	中電	1	1,280
合 計		166	15,710

於中央給電指令中心外的電腦房，係作為人員訓練及模擬演習之場所，中心值班人員為全日 24 小時 3 班輪值，指令中心內除值班人員操控之電腦系統外，大面牆上則為統合所有資訊之監控面板，其中包括：

- (一)電力供需之顯示面板：顯示中電轄區內之電力需求（參訪當時總和需量為 926 萬 KW）、各類發電如川流式水力、抽蓄式水力、核能、火力、其他電力公司之發電容量，此外還有火力備轉容量及電力交換資訊。
- (二)連絡線偏差控制顯示面板：包括頻率、電力潮流及區域電力需求資訊。
- (三)電力系統監控面板：顯示每個發電端之發電情形及特高壓電力系統之電力潮流；當系統有狀況發生，則警鈴、閃爍的警示燈皆會馬上啟動提醒。

(四)天氣資訊顯示面板：顯示中國地區當地之氣象觀測所提供之氣候資訊如氣溫、溼度及舒適指數，另外則為相關之天氣警訊，如暴風、風雪、強風、大雨、大雪、洪水等影響負載及供電穩定之氣象資訊。(目前中國、關西與九州都使用相同之氣象資料，其來源為向氣象局付費取得，其中颱風資訊係綜合美國、台灣與日本資料進行研判)

(五)雷電觀測顯示面板：在中國地區有 4 個、關西地方有 3 個雷電偵測站，透過雷電定位系統顯示於面板上。

整個電力調度係透過自動給電指令系統 ADS(Automatic load Dispatching System)進行運作，ADS 最主要功能為因應電力負載及頻率之變化自動控制發電，運作方式如圖 3-1~1：

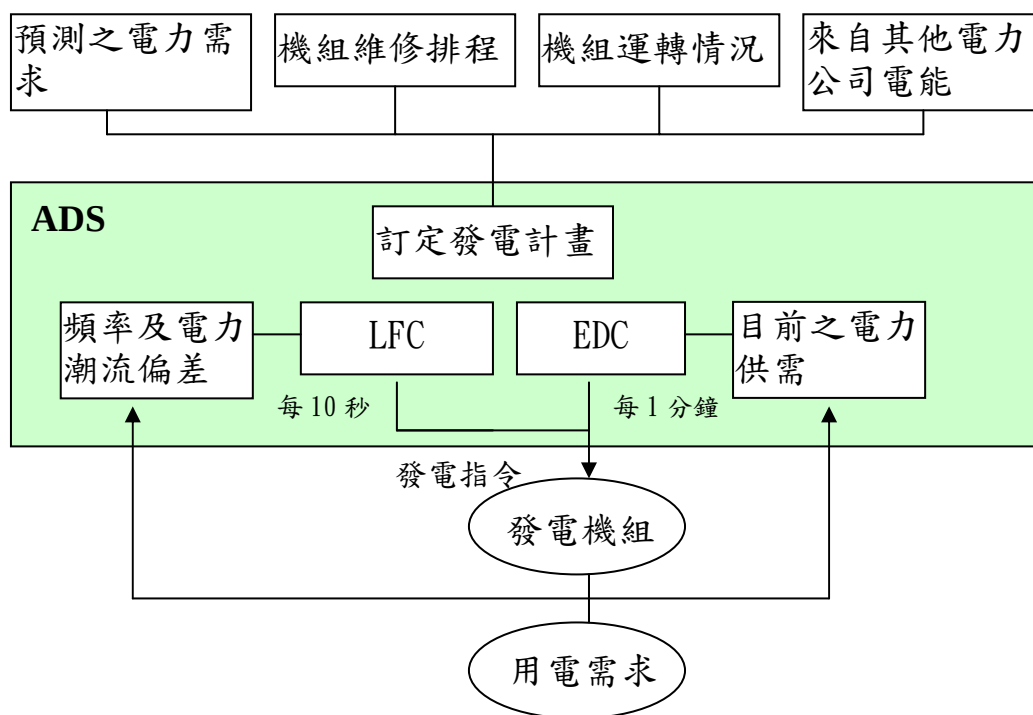


圖 3-1~1 中電自動給電指令系統 ADS 運作情況

(一)將隔天最大及最小之電力需求預測值、主要輸電線及電廠之維修排程、來自其他電力公司電能之發電排程輸入 ADS，產生最經濟之次日電能供應計畫。

(二)ADS 依據每日的電能計畫及目前的電力需求對每個發電廠進行即時的控制，其控制方法為：

1.經濟調度控制 EDC(Economic Dispatching Control)

ADS 以目前之用電需量預測未來幾小時之用電需求，並檢視每一發電機組之備轉容量及成本等資訊，以最經濟及有效率之方式進行電力調度。

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，以達到穩定電源之供應。ADS 還兼具監控電力系統、紀錄負載變動與統計分析等功能。透過現場實地參訪，了解中電整個電力網路之互聯融通情況及如何應用電腦系統進行有效率及經濟的電力調度，收穫頗豐。

肆、 個別觀摩主題與感想建議

一、複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術及發電業溫室氣體盤查減量技術－簡明利

(一)研習目的

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，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。本次個別觀摩見習主題為「複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術」及「溫室氣體盤查減量技術」，希望藉本次見習能對未來本公司複循環機組設置SCR之運轉維護，及溫室氣體盤查減量工作有所助益。

(二)研習過程

本次赴日本中國電力株式會社觀摩之行程表 4-1~1。

表 4-1~1 赴日本中國電力株式會社觀摩之行程

日 期	地 點	觀摩研習內容
9/22(一)	台北-廣島	往程
9/23(二)	廣島	參觀柳井發電所
9/24(三)	中國電力株式會社	參觀中央給電指令所、中電概況介紹、役員拜會
9/25(四)	廣島	個別觀摩見習「複循環機組選擇性觸媒還原(SCR)脫硝技術」
9/26(五)	廣島	個別觀摩見習「溫室氣體盤查減量技術」
9/27(六)	廣島	參觀宮島、平和公園等地
9/28(日)	京都	參觀京都等地
9/29(一)	奈良	參觀奈良等地
9/30(二)	大阪	參觀大阪等地
10/1(三)	大阪-桃園機場	返程

(三)研習心得

經過課程訓練後提出訓練心得，內容有六項主題包括：複循環機組 SCR 之原理、運轉及保養維護技術，高溫觸媒型 SCR 之應用情形，溫室氣體盤查及查證方式，溫室氣體減量之策略及查證方式，煤炭氣化複循環(IGCC)發電技術，二氧化碳捕捉與封存(CCS)技術。

1. 複循環機組 SCR 之原理、運轉及保養維護技術

日本中電分別於 1979 年及 1980 年於下松發電所及下關發電所啓用全球第一部燃油鍋爐及燃煤鍋爐 SCR 後，單位發電量之 NO_x 排放由大於 0.6 g/kWh 降至小於 0.4 g/kWh。

日本中電共 30 部火力發電機組，除玉島與下關發電所中三座燃油機組外，其餘均已設置排煙脫硝設備，選用選擇性觸媒還原(Selective Catalytic Reduction, SCR)脫硝及非選擇性觸媒還原(Selective Non-Catalytic Reduction, SNCR)脫硝技術二種，燃氣複循環發電機組則全部採用高脫硝率、可靠度及經濟性之 SCR 脫硝技術。

SCR 脫硝原理：如圖 4-1~1 所示，煙氣中 NO_x 在適當的觸媒存在下，與注入之還原劑 NH₃ 反應後，生成氮氣與水。

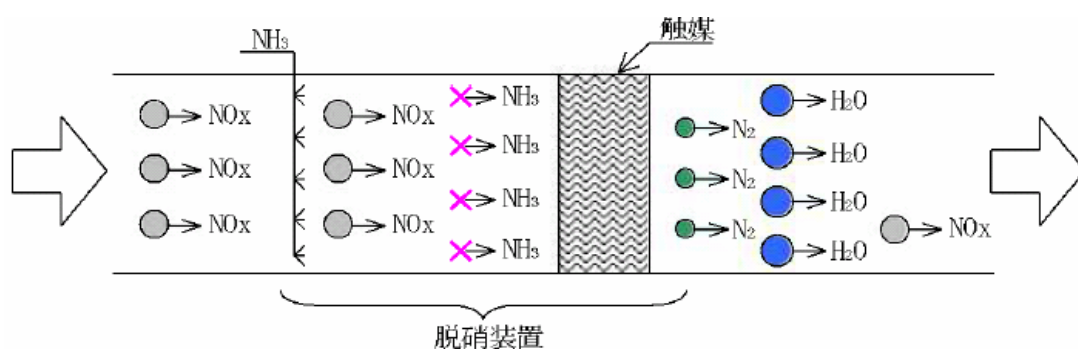
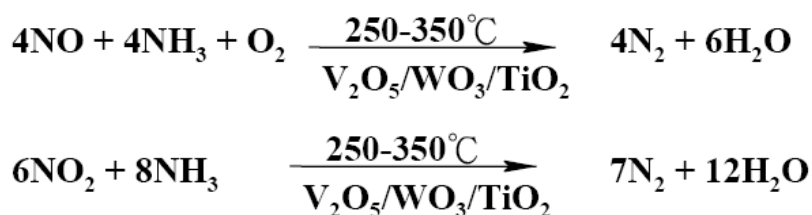
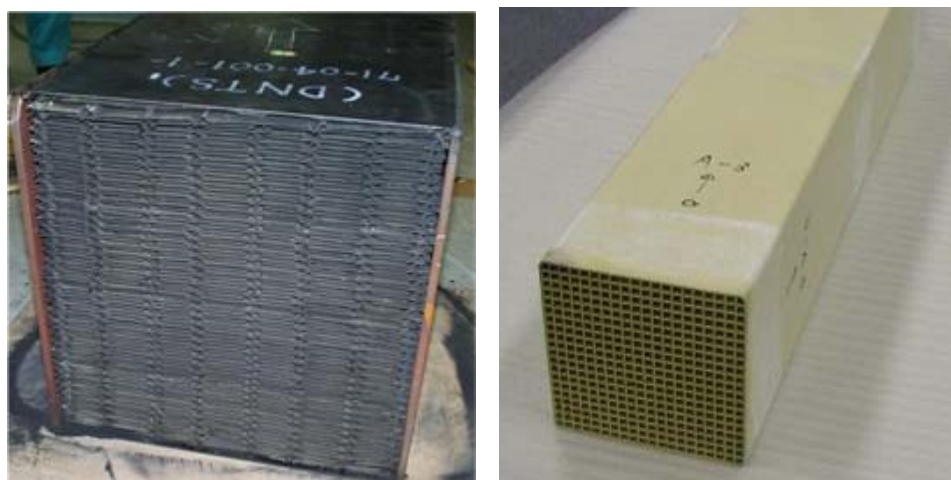


圖 4-1~1 SCR 排煙脫硝示意圖

觸媒之型式依構造之不同可分為板狀及蜂巢狀二種，如圖 4-1~2 所示，其特性比較如表 4-1~2 所示。一般採用 TiO_2 為支持體，再被覆 V_2O_5 系活性成分。



板狀

蜂巢狀

圖 4-1~2 SCR 觸媒之型式

表 4-1~2 不同型式 SCR 觸媒特性比較

板狀觸媒	蜂巢狀觸媒
Zig-Zag 形狀	四方形， Pitch 由 2.1mm 至 9.2mm
不易累積飛灰	較易累積飛灰
單價較低	單價較高
產生壓差較低	產生壓差較高
較小(比表面積/體積)比	較大(比表面積/體積)比
所需使用觸媒体積較大	所需使用觸媒体積較小

資料來源：楊其偉「SCR環保觸媒應用介紹(經濟部工業局產業環保輔導計畫)」，中國鋼鐵公司新材料研發處，2005.10.27。

複循環發電機組之典型 SCR 脫硝系統如圖 4-1~3 所示。液氨經蒸發與空氣混合後注入煙氣中，與煙氣中 NO_x 混合再接觸後進行脫硝反應。中電複循環發電機組 SCR 之設計概要如表 4-1~3 所示。

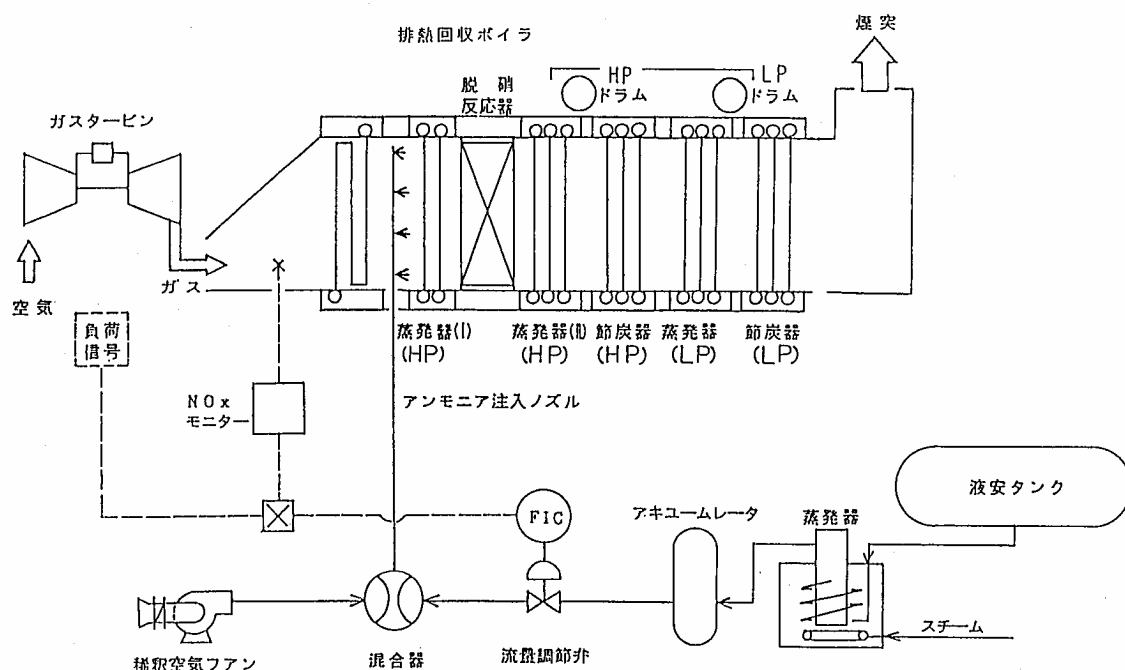


圖 4-1~3 複循環發電機組之典型 SCR 脫硝系統

表 4-1~3 中電複循環發電機組 SCR 之設計概要

機組	出力 (MW)	脫硝裝置							
		構造	入口 溫度 (℃)	入口 NOx (ppm)	出口 NOx (ppm)	脫硝 效率 (%)	觸媒	還 原 劑	NH ₃ Slip (ppm)
柳井 #1	125	板狀	350	62.5	12.5	80	V ₂ O ₅ / TiO ₂	NH ₃	10
柳井 #2	198		354						10
水島 #1	285	蜂巢 狀	331	25	5.0				5

SCR 運轉時，可依據 GT 排出之煙氣流量、NOx 濃度及所要求煙氣排放 NOx 濃度，可計算得要求脫硝率及應削減量，據此控制合理注氮量。一般燃氣複循環機組 SCR 之運轉應注意事項僅需注意觸媒長時間使用後，是否因熱劣化所引起之結晶粒子 TiO₂ 成長，使觸媒細孔減少。

複循環發電機組 SCR 之維護，主要依運轉數據(脫硝效率、氨洩漏濃度等) 進行管理，以維護脫硝裝置之性能，並於定期點檢時實施觸媒樣品的磨損調查以及目視點檢(破損等)、NH₃ 注入噴嘴之點檢和清理及 NO_x 計和 O₂ 計等計測器之點檢各維修。依中電約 20 年之運轉實績經驗，燃氣複循環發電機組 SCR 並無觸媒之更換、補修及其他特別異常等情形，現場觸媒照片如圖 4-1~4。

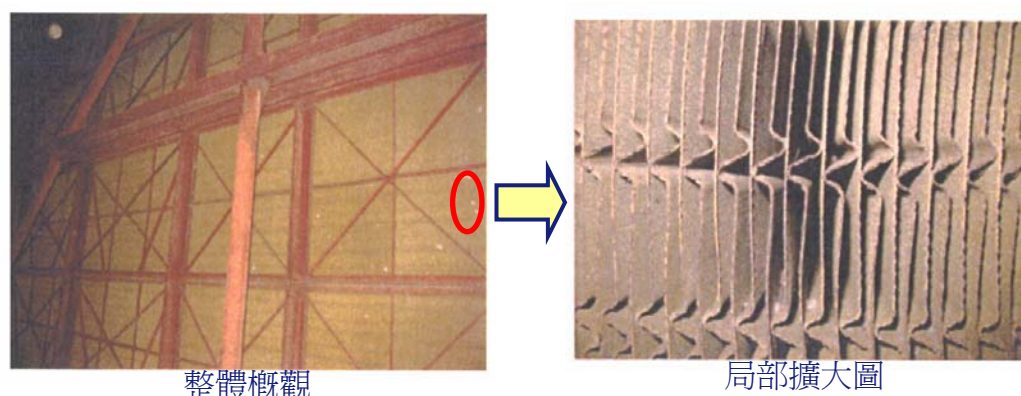


圖 4-1~4 燃氣複循環發電機組 SCR 運轉後觸媒照片

日本中電柳井發電所為全燃天然氣之電廠，天然氣主要來源為澳洲，熱值與目前大潭發電廠之天然氣相近，其機組資料摘要如表 4-1~4。

表 4-1~4 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
GT	HITACHI F7EA 1104℃	HITACHI MS-7001F 1260℃
Low NO _x combustor	Two-stage combustion system	Two-stage combustion system
集合式煙囪高度, m	200	200
SCR 入口 NO _x , ppm	62.5	62.5
SCR 出口 NO _x , ppm	12.5	12.5

項目	Group 1	Group 2
起停期間 NO _x 偏高現象	無	無
天然氣主要來源	澳洲	
天然氣熱值	約 10,500 kcal/m ³	
起動期間黃煙現象	無	

2. 高溫觸媒型 SCR 之應用情形

中電至目前為止所採用之 SCR 脫硝設備均屬中溫觸媒 (250~400℃)，並無使用高溫觸媒 SCR 實績，但在大崎發電所加壓流動床複循環 (Pressurized Fluidized Bed Combustion combined power generation system, PFBC) 有使用非選擇性觸媒還原 (Selective Non-Catalytic Reduction, SNCR) 脫硝技術 (如圖 4-1~5)，反應溫度為 700~1100℃，惟煙氣溫度 865℃ 時僅達 38% 之脫硝率。

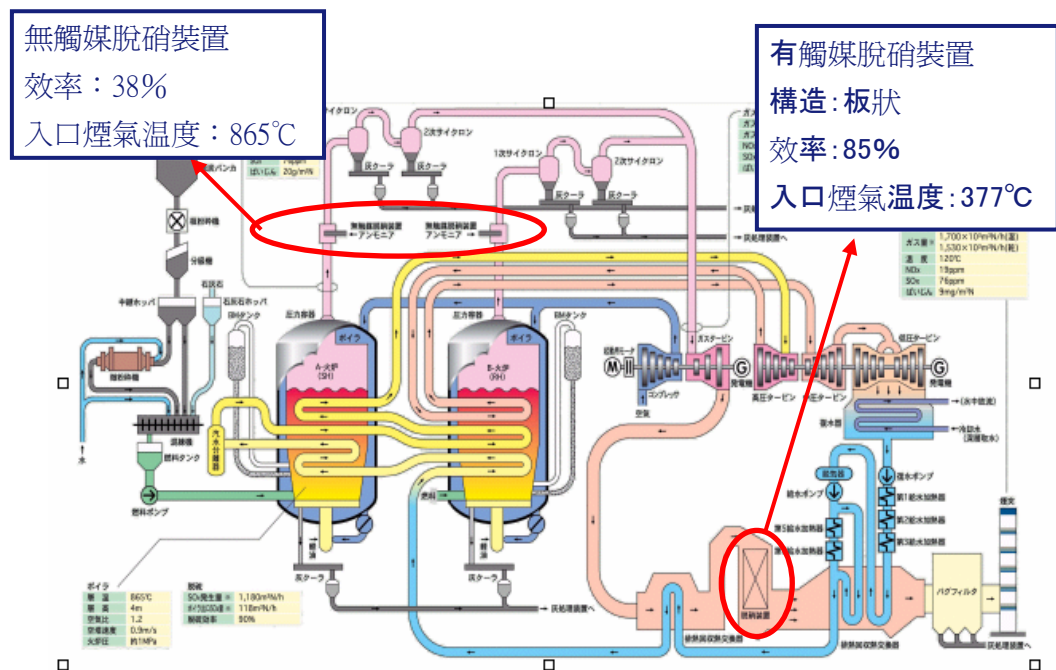


圖 4-1~5 加壓流動床複循環 (PFBC) 發電系統示意圖

3. 溫室氣體盤查及查證方式

人類大量使用石化燃料，大氣中二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、六氟化硫 (SF₆)、全氟碳化物 (PFCs)、氫氟

碳化物（HFCs）等易吸收長波輻射氣體（即「溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）」）濃度急速增加，造成全球氣候暖化及氣候變遷加劇。為落實溫室氣體管制工作，1997年12月於日本京都舉行聯合國氣候變化綱要第三次締約國大會，通過京都議定書，並於2005/2/16正式生效，附件一國家(工業已開發國家等共37會員國)應於2008至2012年間達成減量目標(基準年1990)，同時採差異性削減目標之方式：歐洲聯盟及東歐各國8%、美國7%、日本、加拿大、匈牙利、波蘭6%。

日本政府法規規定一定規模以上之事業單位，應依規定盤查及向政府申報溫室氣體排放量，如圖4-1~6所示。申報資料經政府審查核可後進行統計，向國民及事業單位公開，溫室氣體盤查報告書並不需要另由查證單位進行查證(如ISO 14064查證)。

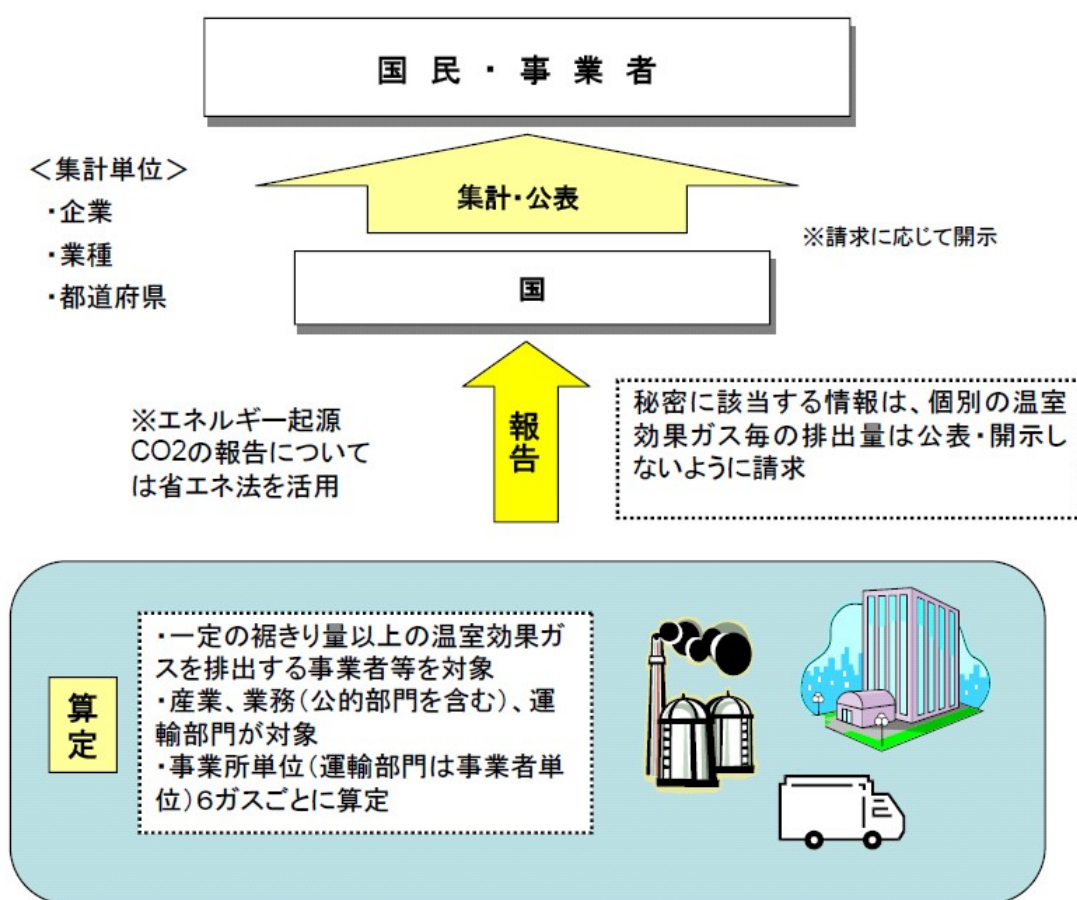


圖 4-1~6 日本溫室氣體盤查及申報

4. 溫室氣體減量之策略及查證方式

日本之京都協議削減義務為 6%，2006 年實際總排放量較 1990 年高出 6.2%，因此共須減量 12.2% 才能達成減量目標。

日本 CO₂ 排放量中電力業約占 30%，而中國電力約占 3%。日本中電之地球暖化防止對策可分為電力供給、電力使用及其他等三方面。電力供給方面包含非石化燃料之擴大使用及電力設備效率提昇，電力使用方面包含電力負荷平均化及節約能源，其他方面則包括透過京都議定書之彈性機制如清潔發展機制 (CDM) 及共同執行 (JI) 等進行 CO₂ 減量，如圖 4-1~7。

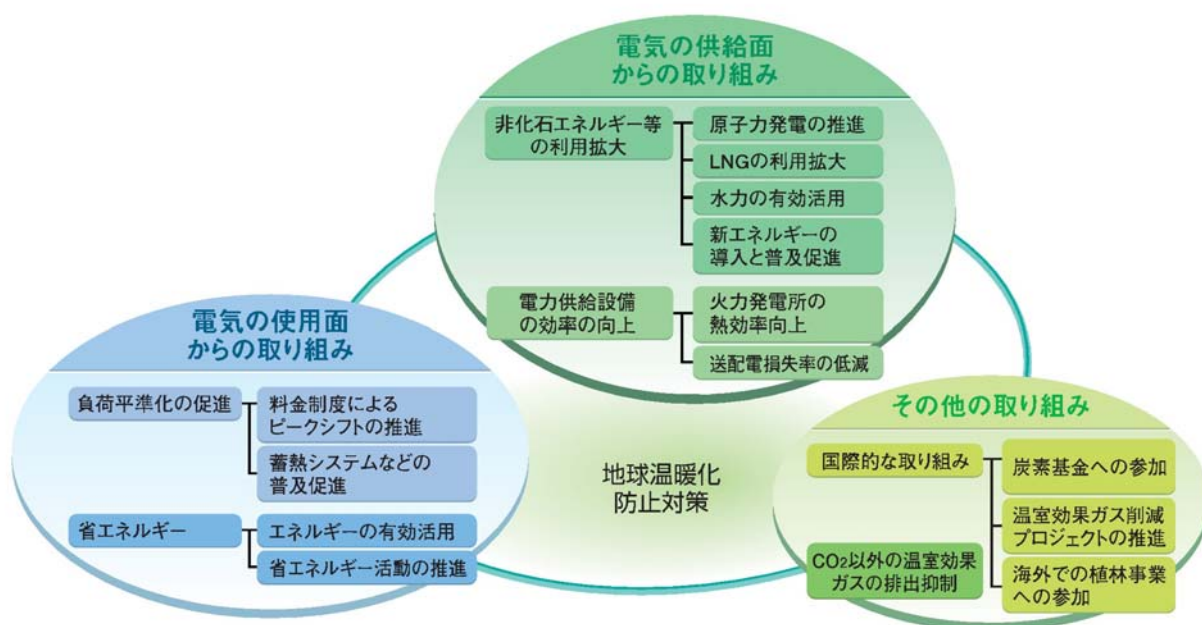


圖 4-1~7 日本中電之地球暖化防止對策

由於核能發電之 CO₂ 排放係數僅 0.022 CO₂ Kg/kwh，因此日本中電以增設核能機組作為 CO₂ 排放減量之主要策略，2012 年以前將較 1990 年減量 20%。

中電採取京都議定書彈性機制，在海外積極進行溫室氣體減量行動，如表 4-1~5。溫室氣體減量額度則透過溫室氣體查證單位 (如 DNV) 進行查證。

表 4-1~5 中電海外溫室氣體減量行動

彈性機制	方案
清潔發展機制(CDM)	參加碳基金 澳大利亞植林 印尼垃圾掩埋場甲烷氣發電 印尼水力發電 馬來西亞垃圾掩埋場甲烷氣發電
共同執行(JI)	烏克蘭垃圾掩埋場甲烷氣發電 烏克蘭煤礦甲烷氣發電

中電發電廠之溫室氣體減量策略：

(1) CO₂ 排出抑制

採用高效率新機組或更新部分設備
高效率汽輪機葉片之更新
高熱效率複循環發電機組之改造
燃油機組改為燃氣機組

(2) 使用生質燃料

廢木材及污泥與煤混燒，以減少燃煤使用

(3) 煤炭有效利用技術之應用

煤炭氣化複循環發電 (I G C C)

5. 煤炭氣化複循環 (IGCC) 發電技術

全球煤炭之蘊藏量源豐富，且全球分佈區域廣，至少可再供人類使用 150 年以上，其安定性及經濟性均優於石油及天然氣等能源。然而燃煤發電單位發電量所排出之 CO₂ 居各種燃料之冠，為有效抑制地球暖化現象，如何提昇燃煤發效率實為當今非常重要議題。

煤炭氣化複循環發電技術是先將煤經粉煤機磨成粉狀後送入氣化爐內，與氧氣在高溫高壓下進行不完全燃燒，將固態煤轉化為合成氣體 (主成份為 H₂、CO、CO₂ 等)，再經燃氣淨化系統除塵及除硫後，送至氣渦輪機發電，排出煙氣送至熱回收鍋爐加熱

爐水產生蒸汽，再推動汽輪機發電，流程如圖 4-1~8 所示。IGCC 發電可將機組發電效率提昇至 44%(HHV, 1300℃ 級 GT)，未來更可再提昇至 48%(HHV, 1500℃ 級 GT)，如圖 4-1~9，對於減少溫室氣體排放有相當大的優勢。

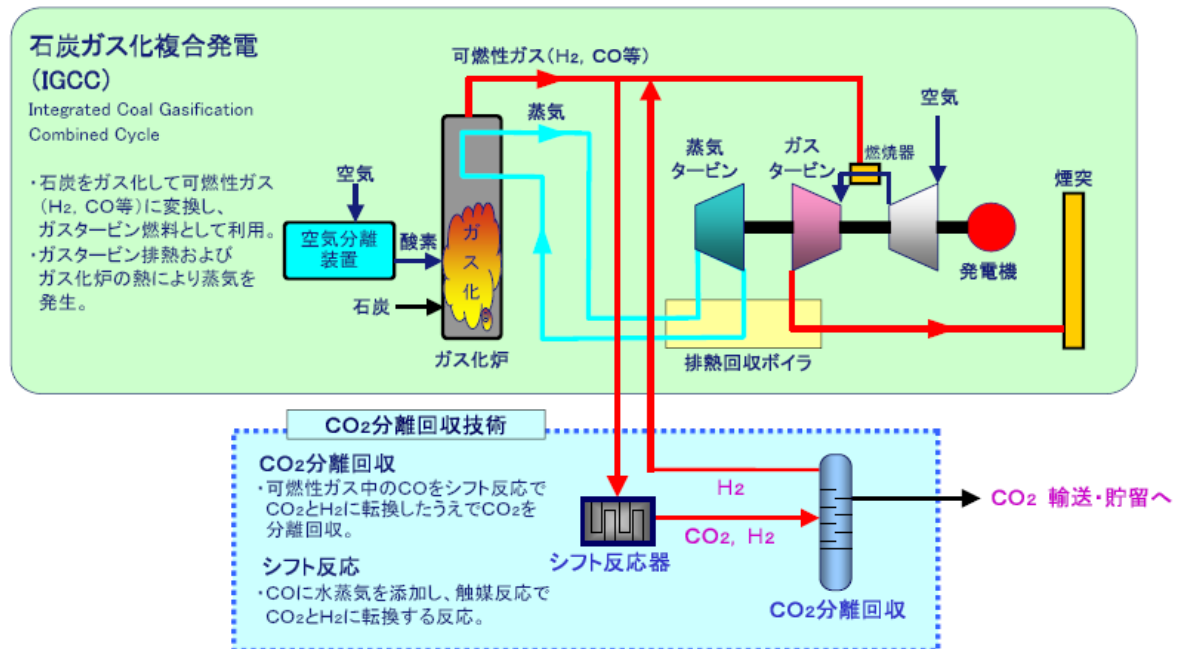


圖 4-1~8 煤炭氣化複循環發電系統示意圖

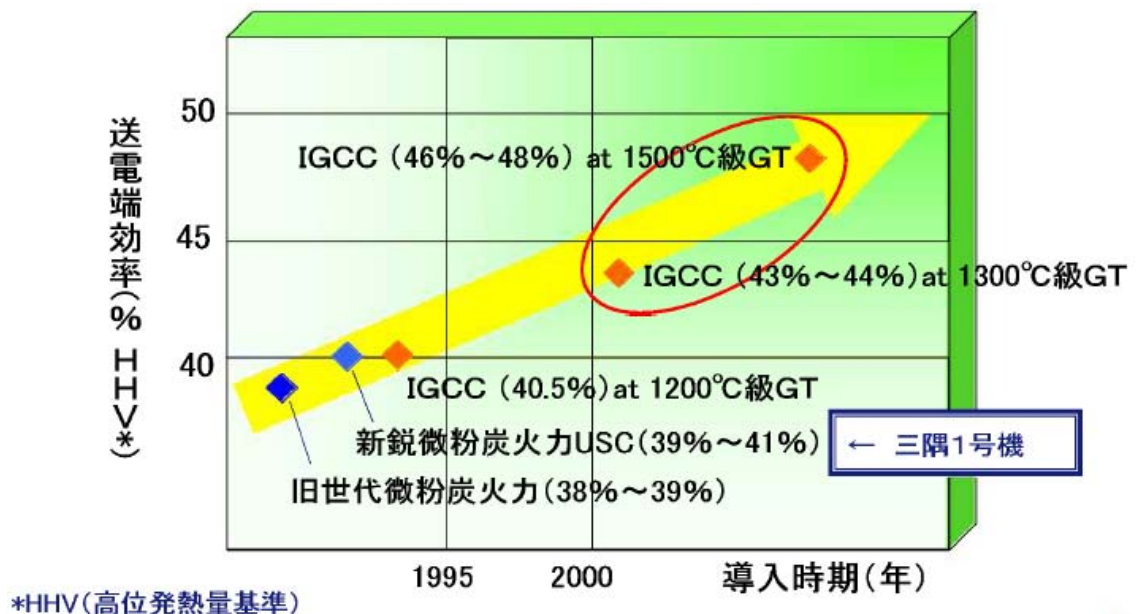


圖 4-1~9 IGCC 與其他燃煤發電機組效率之比較

氣化爐依提供氧氣濃度之不同可分為空氣吹(Air blown)及氧吹(Oxygen blown)二種型式。二者之比較如表 4-1~6。

表 4-1~6 不同氣化爐型式之比較

項目	氧吹	空氣吹
氧濃度	95%	25%
空氣分離設備	大(所需動力大)	小(所需動力小)
氣化爐	小	大
合成氣體淨化設備	小	大
用途	IGCC/IGFC(氣化燃料電池複循環) CO 及 H ₂ 多元化用途(燃料、化學、燃料電池...等等)	IGCC
日本研發計畫	EAGLE 計畫 Coal Energy Application for Gas, Liquid and Electricity	CCP 實證機計畫 Clean Coal Power
製造商	日立製作所	三菱重工
用煤量	150 t/day	1700 t/day
計畫期間	1995~2006	1986~2009
實施地點	福岡縣	福島縣
出資	電源開發	日本 9 家電力業、電源開發、電力綜合研究所
電力輸出	只供內部用電	250 MW

日本中電對於空氣吹與氧吹型 IGCC 均有設廠計畫。氧吹型 IGCC 預定設置地點為大崎發電所，裝置容量 150 MW，2016 年裝機完成；空氣吹型 IGCC 預定設置地點為三隅發電所，裝置容量 400 MW，2017 年裝機完成。

6. 二氧化碳捕捉與封存(CCS)技術

為了降低二氧化碳的排放對大氣的影響，除了提升能源效率、發展再生能源及淨煤技術(如 IGCC)外，碳捕捉與封存(Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS)亦為各先進國家積極研發的技術。

CCS技術主要包括捕捉、輸送與封存三部份(如圖4-1~10)：

捕捉：將二氧化碳分離後予以暫存。捕捉方法有吸附法、吸收法、冷凍法、膜濾法、以及菌藻消化法。

輸送：將暫存之二氧化碳運送至封存地點。

封存：將二氧化碳以高壓灌至地層或海底特定深度的區域，使其永久存放於該處，以控制大氣中溫室氣體含量，避免環境惡化。

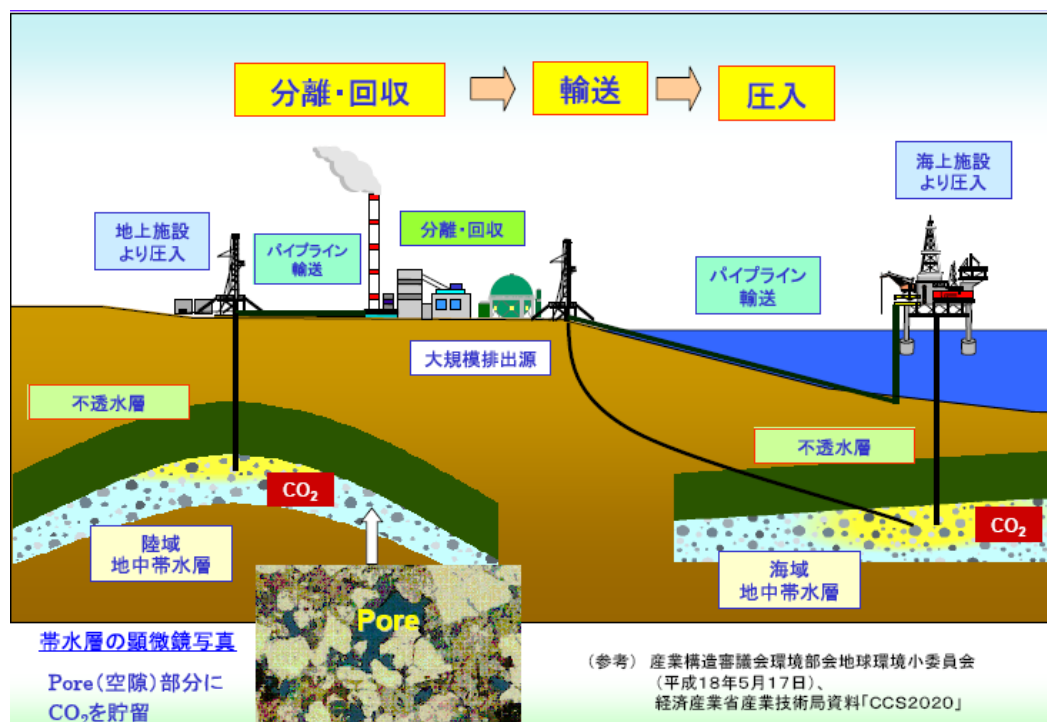


圖 4-1~10 二氧化碳捕捉與封存

日本中電在 CCS 方面之相關努力，包括參與 CCS 調查(共 24 家公司合資)、進行 CO₂ 捕捉技術研究(冷凍法)及熔融碳酸鹽燃料電池(Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC)之研發試驗等。MCFC 燃料電池，可提高煙氣中 CO₂ 濃度，有利於 CO₂ 之捕捉分離，其發電效率最高可達 60%以上。

(四)、建議

1. 大潭發電廠排煙脫硝設備之選用策略

日本中電之天然氣複循環機組有柳井及水島二發電所，分別為日立及三菱重工所製造，其排煙脫硝設備(SCR)均設計於熱回收鍋爐(HRSG)內，採用中溫觸媒，設計溫度為 331~354℃，至於高溫觸媒 SCR 則無使用實績。本公司大潭發電廠#1~#6 機原設計未設置 SCR，若未來有需要進行增設脫硝設備時，因原設計 HRSG 內無預留脫硝觸媒空間，故難以採用中溫觸媒之 SCR。至於高溫觸媒 SCR 部分，則受限於國際實績經驗缺乏及機組現場空間有限，故於煙氣進入 HRSG 前增設高溫觸媒 SCR 仍有相當之困難度。因此，建議未來#7~#10 機新設申請環評，應優先考量大潭發電廠或其他電廠新設機組(如通霄發電廠)採用高去除率之 SCR 脫硝設備(NO_x 排放濃度 5 ppm)，以抑低氮氧化物排放總量。

2. 日本中電之新設天然氣複循環機組 SCR 之出口設計值 NH_3 為 5 ppm，為避免排煙 NH_3 造成環境異味問題，建議本公司亦應參考比照為宜。

3. 本國非屬京都議定書締約國或會員國，故無法採用京都議定書中之清潔發展機制(CDM)進行溫室氣體減量計畫，以取得排放減量額度，但仍可以企業名義進行自願性溫室氣體排放減量計畫取得排放減量額度。大潭發電廠為減少發電對環境造成衝擊，採用發電成本較高之天然氣潔淨燃料，目前已配合政府推動溫室氣體減量方案，申請自願性溫室氣體排放減量計畫之確證與查證。此外，因大潭發電廠設置地點接近北部負載中心，營運後可有效改善電力系統南電北送之情形、降低輸電線損，大幅減少溫室氣體排放，因此建議本公司可據此提出自願性溫室氣體排放減量計畫之確證與查證，取得更多排放減量額度，以作為未來增設發電機組或進行國內碳排放交易之用。

二、配電線路地下化規劃實施原則及實務，地下配電亭置式變壓器體積縮小化研究－簡秀俊

(一)研習目的

本公司為配合縣、市政府及順應民意對美化市容環境與改善交通等要求，並謀提高供電可靠度，每年皆投入龐大人力、物力及資金，將架空桿線地下化；惟因地下化機器設備、管線種類繁多而空間有限，在都市更新計畫未能配合規劃公共設施帶，老舊社區巷道狹小，配電設備設置地點取得困難，且地下化所費不貲，在公司財務吃緊情行下，如何兼顧政府及順應民意要求，且不致發生預算排擠問題前提下，如何順利推動配電地下化工程，乃當前亟需審慎思考課題。

針對本公司配電地下化工程所可能遭遇問題及有待改善事項，諸如：

1. 地下配電系統型態最適策為何
2. 因都市更新計畫未能配合規劃公共設施帶(人行道狹窄)，及老舊社區未改建(巷道狹小)，未徵收道路及私有巷道埋設管路易生糾紛，配電設備設置地點取得困難，地下管線種類繁多而空間有限，設置地下孔位、管線越來越困難。
3. 配電設備（開關箱、亭置式變壓器等）體積過於龐大、視覺效果不佳，常遭用戶誹議，如何美化。
4. 亭置式變壓器體積如何再予縮小，效率可否再予提高，材規是否需要修訂。

等等問題進行研習，期能收他山之石成效，對本公司配電地下化工程能有所貢獻。

(二)研習行程

此次出國日期自 98 年 9 月 22 日至 98 年 10 月 1 日共計 10 天，行程如下：

日期	地 點	研 習 內 容
9/22	台北-廣島	往程
9/23	中國電力株式會社	參觀柳井發電廠
9/24	中國電力株式會社	參觀中央給電指令所
9/25	中國電力株式會社	販賣事業本部個別研習
9/26	中國電力株式會社	販賣事業本部個別研習
9/27	廣島	參觀廣島、宮島地區
9/28	京都	參觀京都地區
9/29	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
9/30	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
10/1	大阪-台北	返程

(三)研習內容

1.配電線路地下化規劃原則

由中電販賣事業本部專任課長講述該公司配電地下化工程計畫及推行方法。講述重點：

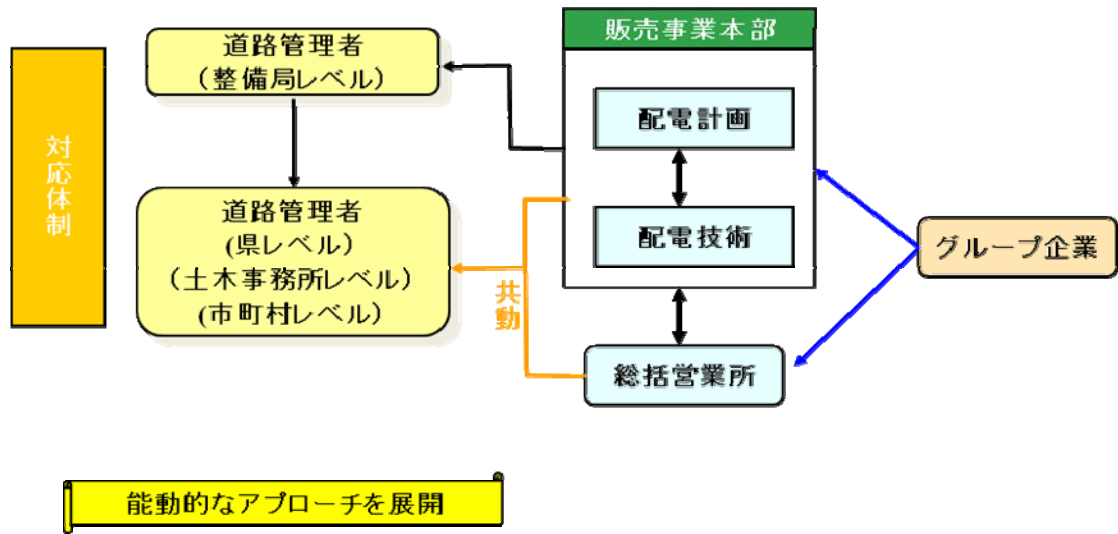
(1)設計部門課題：

對共同管溝之管理及新規範要求技術難以應對，公司設備成本增加；倘依公司營業規則、手冊辦理費用負擔，將遭「不配合、消極的」形象批評，所可能衍生之效應將是「設備成本增加，伴隨電費高漲、顧客服務水準下降及與地方自治體關係惡化」等。

解決之道為：

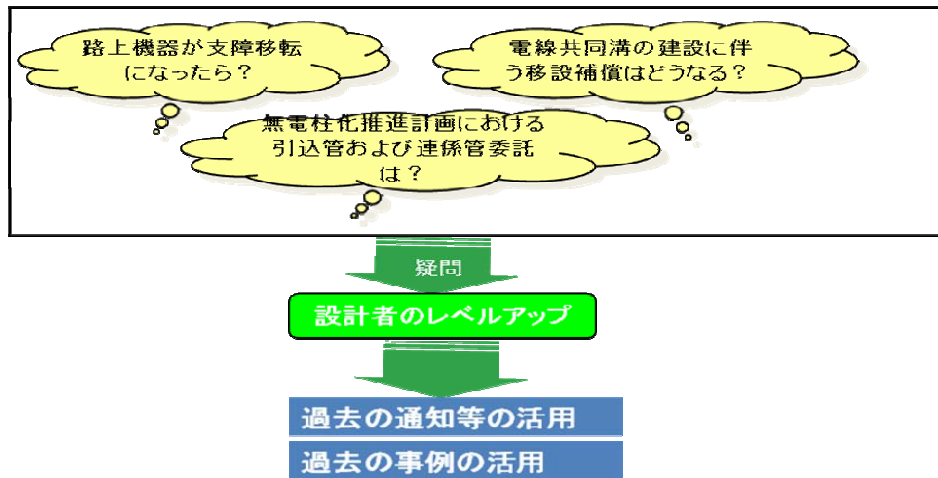
A.強化地下化對應體制

(1) 対応体制



上圖說明對應體制由販売事業本部（業務處）負責應對中央級道路管理機關，並與總括營業所（區營業處）共同應對縣、市級道路管理機關，關係企業後援。

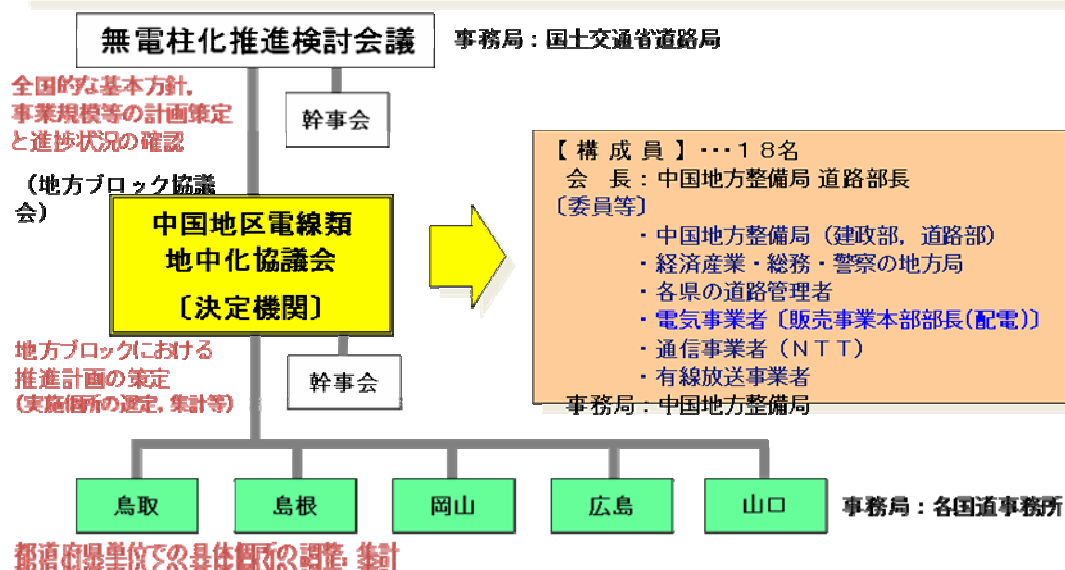
B. 設計者水準的提升：



設計者在遇到諸如設備遷移、引接管路委辦、新設共同管溝移設補償應如何辦理等問題時，應參考過去案例靈活運用。

(2) 無電桿化推行計畫推行體制

・ 無電柱化の推進にあたっては、関係省庁、関係事業者からなる「無電柱化推進検討会議」において合意された整備目標、費用負担等に基づき、具体の整備箇所を各地方ブロックの「協議会」において決定する。



整個地下化推行體制係由國土交通省道路局邀集各關係省庁、各相關事業等召開「無電柱化推進検討會議」就全國性的建設目標、費用負擔等基本事項訂定方針，具體的建設處所由地區「協議會」決定，包括推行計畫、實施地點、合計數量、都市名，路線名，箇所名，地下化延伸，地下化方式等。「中國地區電線類地中化協議會」由 18 個成員（如上圖）所組成，制定 5 年期間基本構想，交由各「縣地方部會」執行實施路線調查及實施時期、相關技術、收容物件之檢討，再移交由各總括營業所（區營業處）接管。

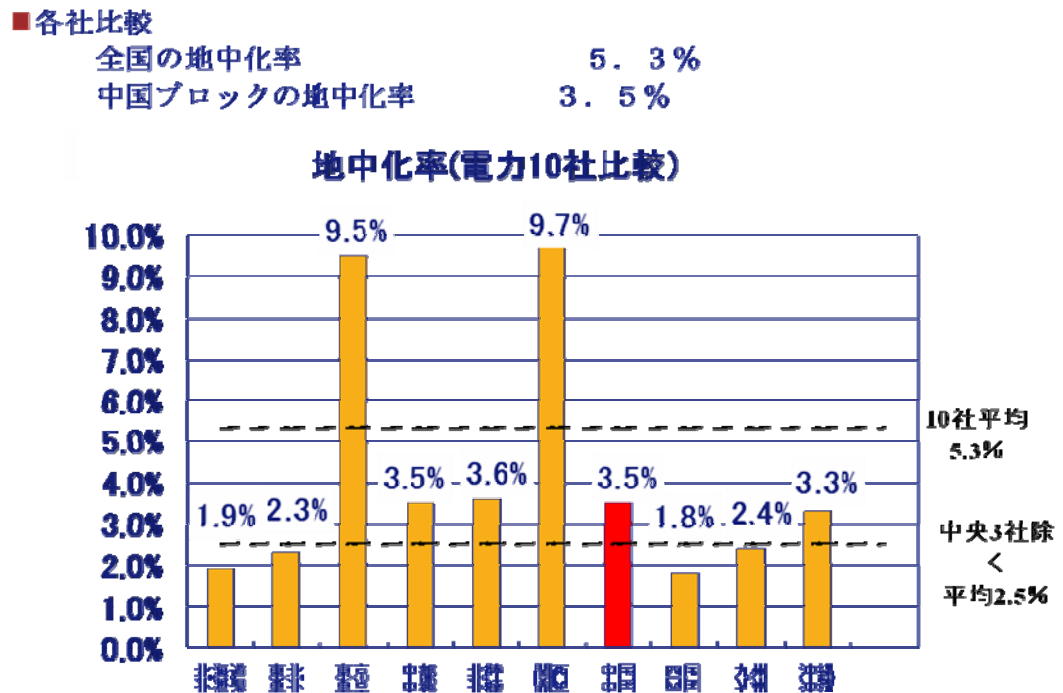
(3)事業年度及計畫名稱

中電公司自 1986 年迄今(平成 20 年)已執行 5 期地下化工程，如下所列：

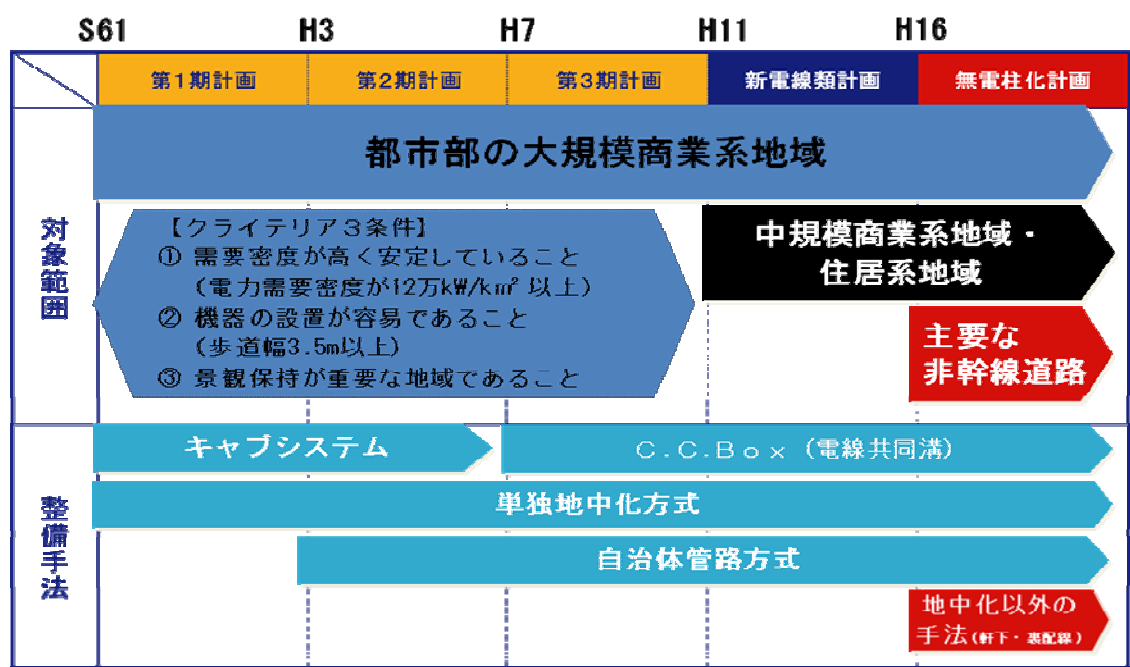
昭和 61 年度～平成 2 年度	・ 第 1 期地中化計畫	〔5 年間 全国：約 1,000 km 中国：約 50 km〕
平成 3 年度～平成 6 年度	・ 第 2 期地中化計畫	〔4 年間 全国：約 1,000 km 中国：約 70 km〕
平成 7 年度～平成 10 年度	・ 第 3 期地中化計畫	〔4 年間 全国：約 1,400 km 中国：約 120 km〕
平成 11 年度～平成 15 年度	・ 新電線類地中化計畫	〔5 年間 全国：約 2,100 km 中国：約 120 km〕
平成 16 年度～平成 20 年度	・ 無電柱化推進計畫	〔5 年間 全国：約 3,000 km 中国：約 200 km〕

目前下地率 3.5%在全日本排名第四，詳如下圖

2007 年（平成 19 年）底日本 10 大電力公司地下化率



(4)地下化建置對象、範圍及方法



該公司第 1 期至第 3 期地下化實施對象及範圍，除市區大規模商業區域外，主要以①負載密度大於 12 萬 Kw/Km²（應為誤植 12Mw/Km²較合理，本公司訂 10MVA/Km²）②人行道寬度大於 3.5 米易於擺設器具③須保持景觀為重地區④容積率 500%以上為考量依據，第 4 期以後則以中規模商業區、住宅區為對象，第 5 期以後以主要的非幹線道路為對象。

(5)建置方式與費用負擔

整備手法	整備主体	建設における費用負担	管路設備の位置付け
電線共同溝方式	・道路管理者 ・地方公共団体 ・デベロッパー 等	〔電線管理者〕 ・建設負担金※ ¹ ・ケーブル、機器類 ・引込設備※ ² 〔道路管理者 等〕 ・上記以外	道路付属物
	・地方公共団体 ・デベロッパー 等	・全額要請者負担※ ³	
自治体管路方式	地方公共団体	〔電線管理者〕 ・ケーブル、機器類 〔道路管理者〕 ・上記以外	道路占用物件 （公共施設）
		・全額要請者負担※ ³	
単独地中化方式	電線管理者	全額電線管理者	道路占用物件

※¹：道路管理者以外のものが整備主体となった場合は，協議により負担者等を決定

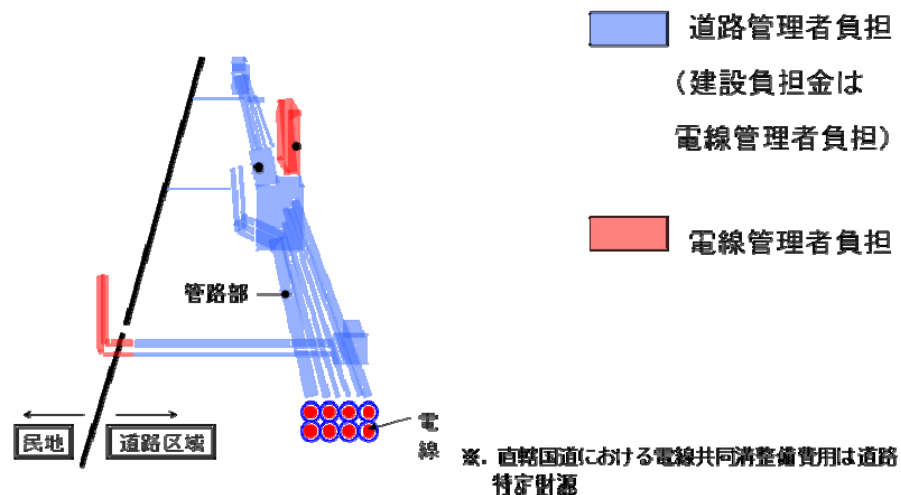
※²：引込設備の費用負担は，お客さま，電線管理者又は地方公共団体等が単独又は共同で負担

※³：中国地区電線類地中化協議会で優先度が低いとされた箇所においては，原則として費用は全額要請者が負担

建置方式分①共同管溝②公用管路方式③自營（電力業）管路方式。對費用的負擔都有清楚說明（詳下列圖說），不再累述。

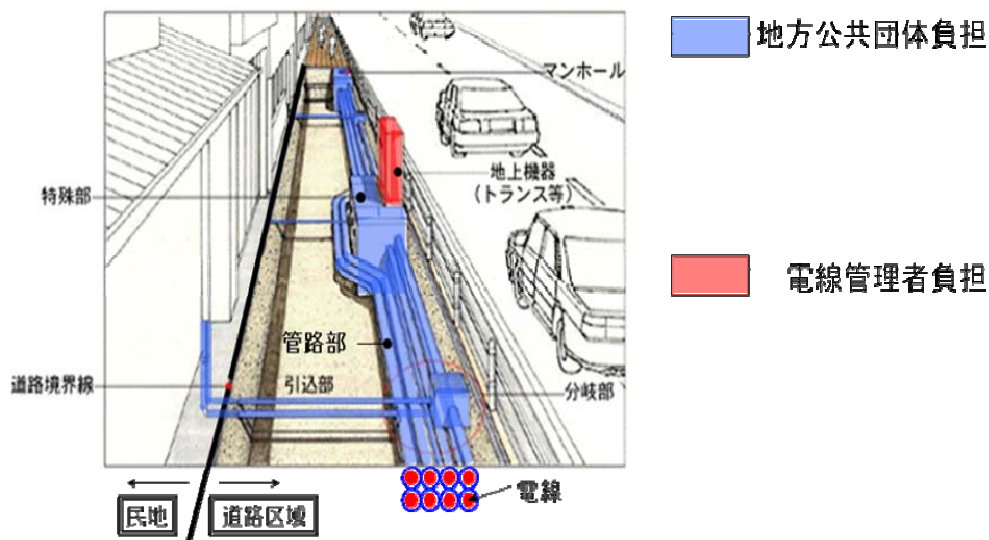
—電線共同溝方式—

①電線共同溝方式：「電線共同溝の整備等に関する特別措置法」に基づき、道路管理者及び電線管理者が負担



—自治体管路方式—

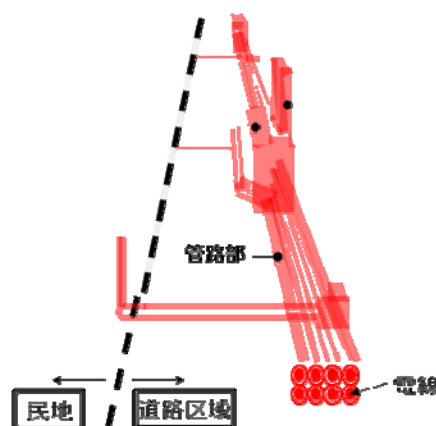
②自治体管路方式：管路設備の材料費および敷設費を地方公共団体が負担，残りを電線管理者が負担



—单独地中化方式，全額要請者負担—

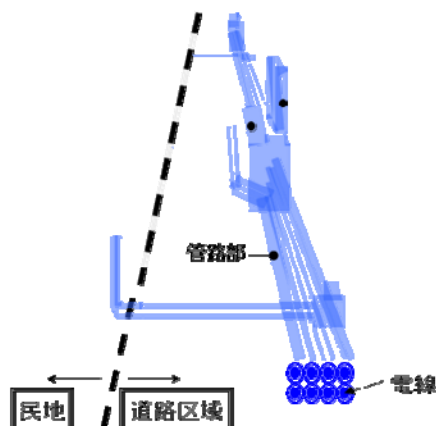
③单独地中化方式

 : 電線管理者が全額負担



④全額要請者負担

 : 要請者が全額負担



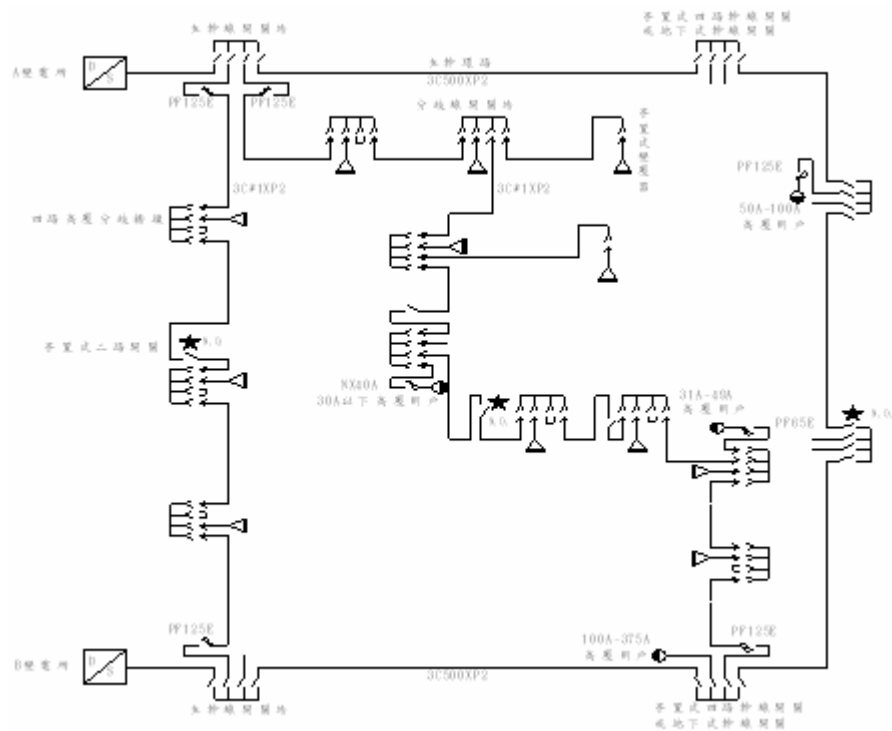
以中電公司估算，若採共同管溝方式建置，每公里地下化線路工程費約為架空線路之 15 倍，倘採自營管線工程費將更高。

(6)如何降低成本

- A. 同時施工，儘早擬定計畫，做好橫向連繫，期與都市計畫、道路拓寬等公共工程同時施工。
- B. 導入淺層埋設方式，建立淺層埋設標準，約可節省 20% 成本。
- C. 有效活用既設管路，與路權機關協商，准用共同管溝。
- D. 其他非地下化手法之導入，如簷下配線、軟性地下化（ソフト地中化）等。

2. 地下配電系統型態

配電系統型態分為放射型、放射連絡型、一次常開環路型、一次常閉環路型、一次選擇型、二次選擇型及重點網路型等。本公司地下配電線路採一次常開環路型(如下圖)佐以小環路配電為原則，儘量由兩路不同電源之配電線路形成環路，並在幹線或分歧線末端裝設三相開關，作為常開點，分別饋供負載，任一地區之配電系統應從長程需求觀點，配合負載發展、配電線路施設方式、負載特性及可靠度需求等情況，並考慮經濟、合理、可靠等原則，規劃選擇適當之系統型態。



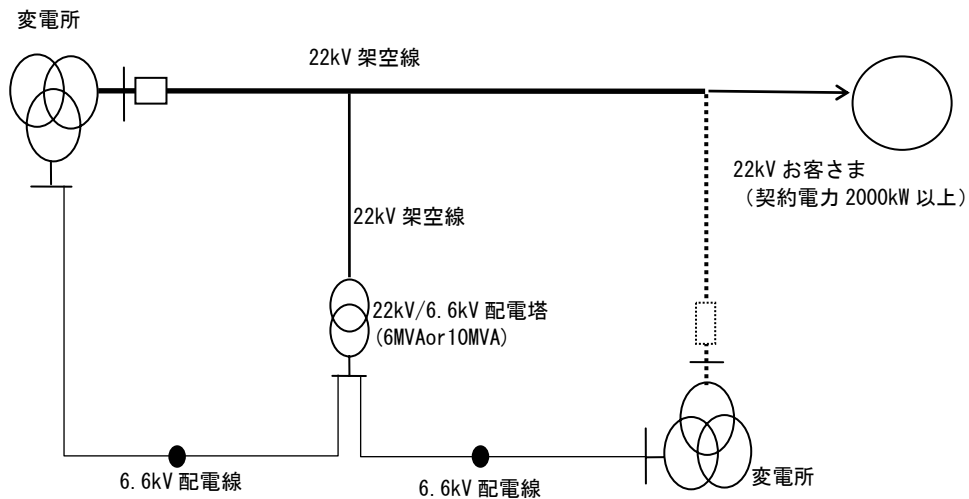
常開環路型系統

中電公司電力系統電壓等及分類如下表：

區 分	公 称 電 压
超 高 压	220kV, 500kV
特 別 高 压	22kV, 66kV, 110kV
高 压	6. 6kV
低 压	100V, 200V, 400V

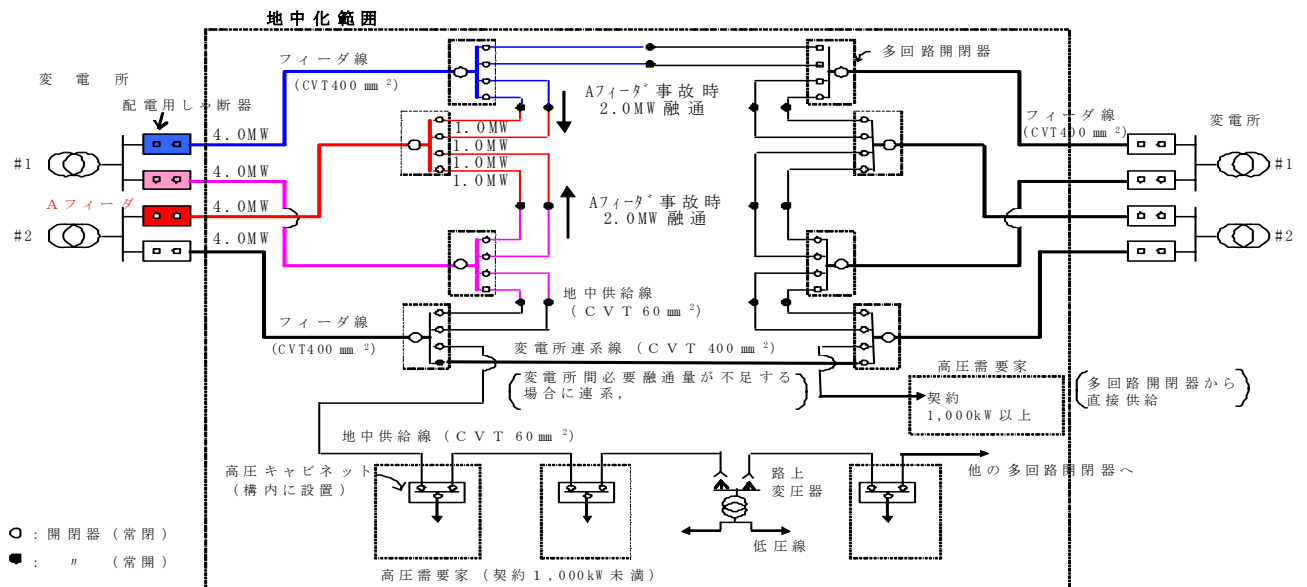
地下配電系統為 6.6 kV 3 相 3 線非接地系統(Non-grounded System)。

22 kV 系統只供 2000KW 以上用戶，主要是扮演類似中繼變電所角色（如下圖），其二次側電壓為 6.6 kV，這點與本公司頗為不同，也因此配電設備的等級、規範上會有一定之差異。

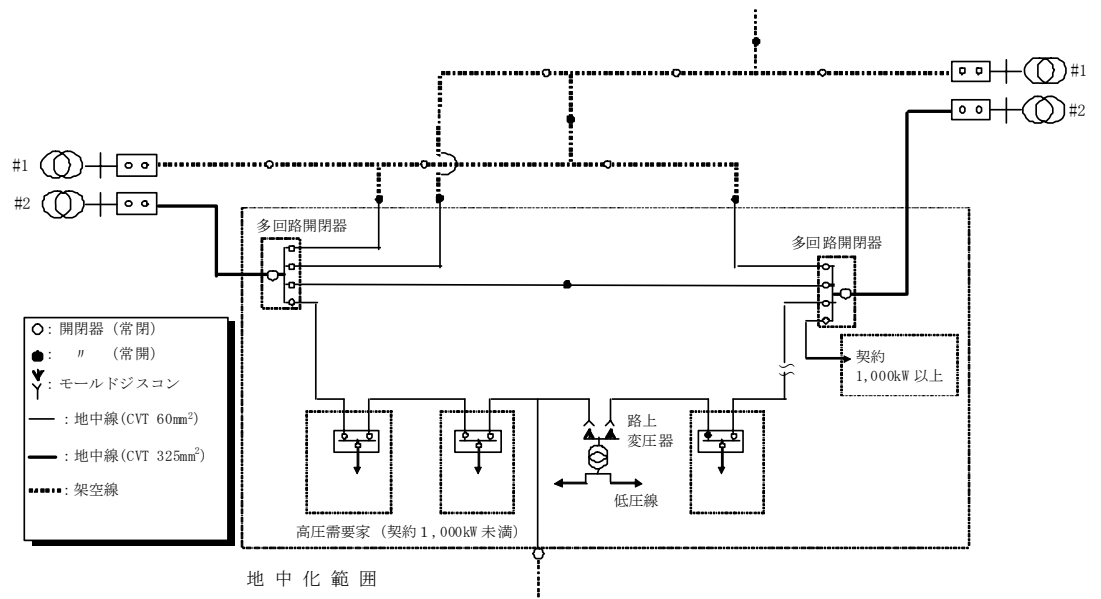


中電公司全地下配電系統採 4 分割 2 連係(4 Division 2 Interconnections)，架空、地下混合採 3 分割 3 連係(3 Division 3 Interconnections)，分岐採 π 分岐方式 (π Interconnection System) 型態 供電 (如下圖示)。

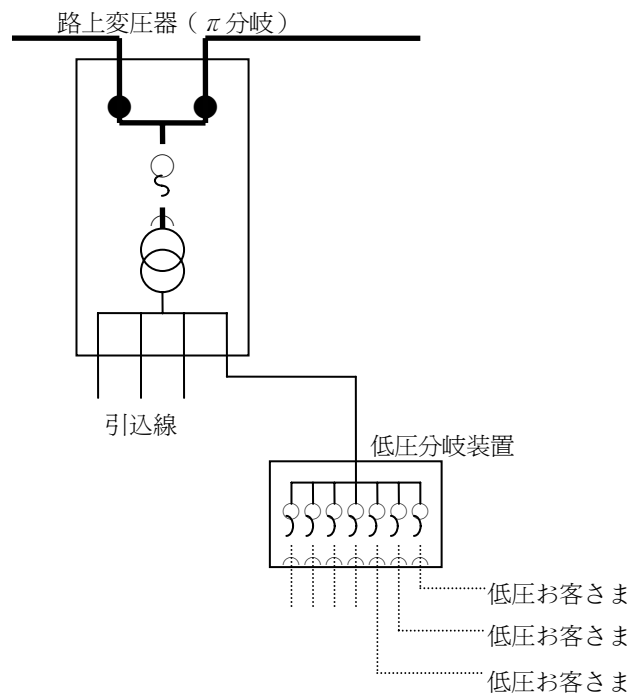
全地下：4 分割 2 連係(3 Division 3 Interconnections)



架空、地下混合：3 分割 3 連係(3 Division 3 Interconnections)



π 分岐方式 (π Interconnection System)



所使用開關如下表列：

開閉器の種類（6・6 k V）

	種類	定格電流	使用箇所
架空	計測機能付 自動開閉器	400A，600A	負荷変動が大きい等，負荷管理上必要な箇所等
	自動開閉器	400A，600A	架空高圧電線路の遠方制御を必要とする箇所
	手動開閉器	200A，400A，600A	架空高圧電線路の上記以外の箇所
	高圧引込開閉器	200 A	高圧のお客さまへの引込み箇所
地中	多回路開閉器 （自動）	600A+400A×4	地中高圧電線路

地下主開關採 1 路 600A + 4 路 400A 自動化開關，饋線經主開關後分成 4 路（4 分割），並與其他兩饋線（2 連係，其中之一為不同變電所饋線）連絡，此種型態類似網路型配電系統，供電可靠度相當高。

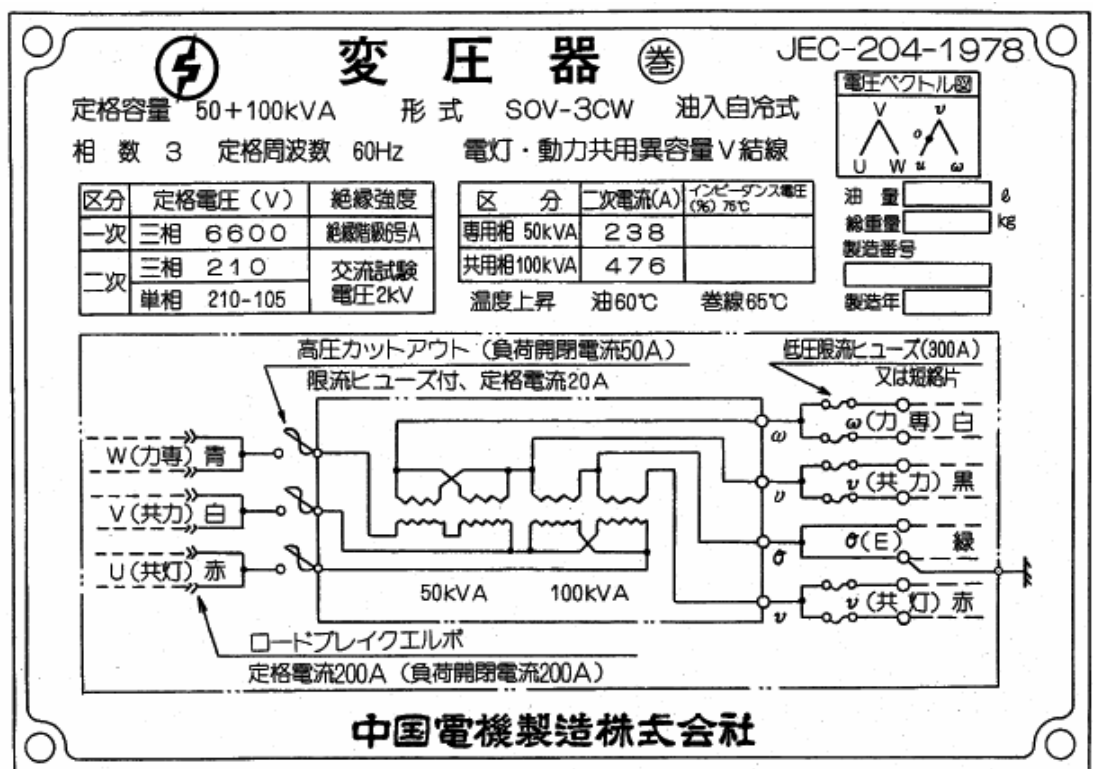
1 路 600A+4 路 400A 自動化地下主開關



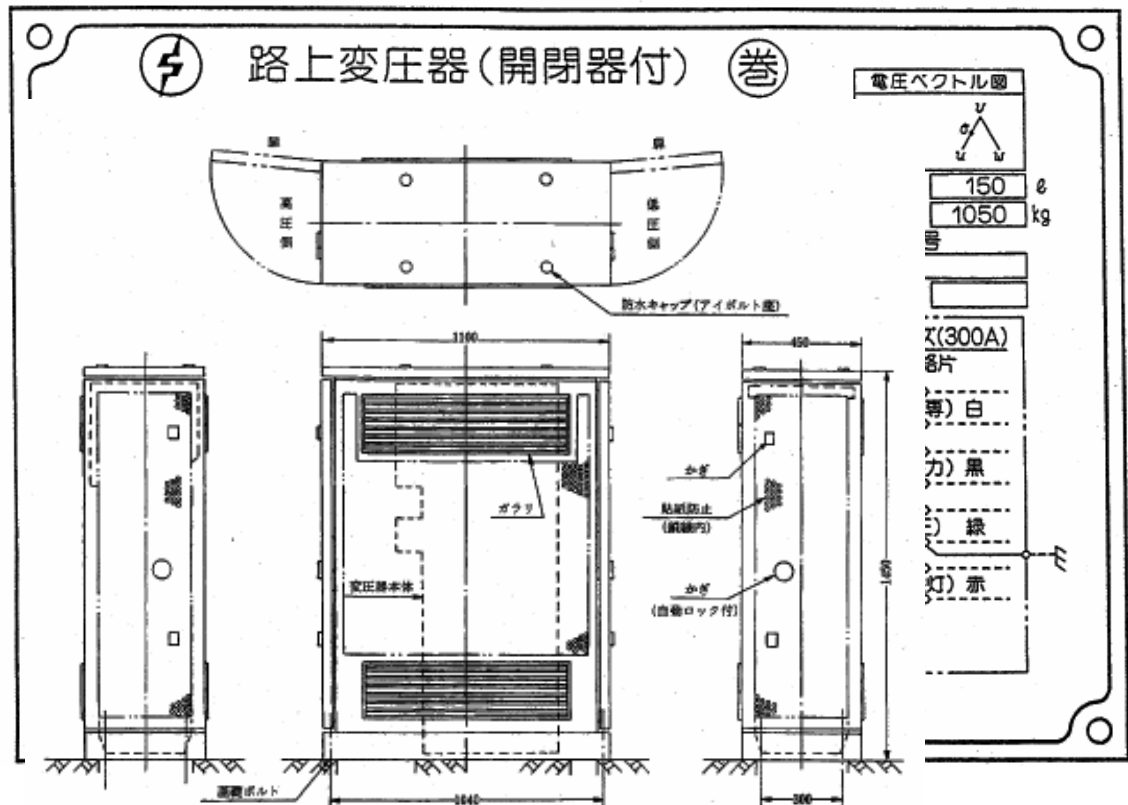
3. 地下配電亭置式變壓器材質、規範

中電公司亭置式變壓器（中電公司稱路上變壓器）主要以 3 相 60Hz 油入自冷式 6600V 單 TAP 50+100 KVA 為主，也就是單一箱體內裝置 50、100 KVA 變壓器各乙具，一次側分爲附額定 400A 開閉器（3 相連動可切負載）連接 25A 高壓限流熔絲（CUT-OUT）及額定 200A 肘型插頭（無載單相操作）連接 20A 高壓限流熔絲（CUT-OUT）兩種。箱體內 50、100 KVA 變壓器採 V 結線，50 KVA 變壓器供動力專用，二次額定電流 238A。100 KVA 變壓器燈力並供，二次額定電流 476A。二次側附 300A 限流熔絲及短路片，二次額定電壓 3 相 210 V、單相 210 /105 V。箱體分前開式及側開（高、低壓雙邊）兩款。相關圖表如下：

50+100 KVA 變壓器銘牌（一次側附 200A 肘型插頭）



50+100 KVA 變壓器銘牌（一次側附額定 400A 開閉器）



50+100 KVA 變壓器外箱尺寸如下圖：



側開式變壓器箱體（左為高壓側、右為低壓側）



前開式變壓器箱體

中電公司與本公司亭置式變壓器材質最主要差異在於鐵心所用材料，中電公司使用高導磁方向性矽鋼片（業界所稱雷射矽鋼片），鐵心體積及全損失遠比一般高導磁矽鋼片小，效率更高。而此種矽鋼片皆掌握於少數幾家日、美商手中，又因日本國內為環保減碳、節能（省エネルギー）推行所謂「トップランナー（TOP RUNNER）変圧器」計畫，在 2006 年 4 月將所有油入式變壓器及 2007 年 4 月所有模鑄式變壓器更換為所謂「トップランナー（TOP RUNNER）変圧器」。此種變壓器損失率為 1999 年 JIS C4304 標準品損失率之 60%。損失標準之計算公式如下：

機種区分	目標基準値算定式
油入変圧器・単相・50 Hz・500 kVA以下	$E = 15.3 \cdot (\text{kVA})^{0.696}$
油入変圧器・単相・60 Hz・500 kVA以下	$E = 14.4 \cdot (\text{kVA})^{0.698}$
油入変圧器・三相・50 Hz・500 kVA以下	$E = 23.8 \cdot (\text{kVA})^{0.653}$
油入変圧器・三相・50 Hz・500 kVA超過	$E = 9.84 \cdot (\text{kVA})^{0.842}$
油入変圧器・三相・60 Hz・500 kVA以下	$E = 22.6 \cdot (\text{kVA})^{0.651}$
油入変圧器・三相・60 Hz・500 kVA超過	$E = 18.6 \cdot (\text{kVA})^{0.745}$
モールド変圧器・単相・50 Hz・500 kVA以下	$E = 22.9 \cdot (\text{kVA})^{0.647}$
モールド変圧器・単相・60 Hz・500 kVA以下	$E = 23.4 \cdot (\text{kVA})^{0.643}$
モールド変圧器・三相・50 Hz・500 kVA以下	$E = 33.6 \cdot (\text{kVA})^{0.626}$
モールド変圧器・三相・50 Hz・500 kVA超過	$E = 24.0 \cdot (\text{kVA})^{0.727}$
モールド変圧器・三相・60 Hz・500 kVA以下	$E = 32.0 \cdot (\text{kVA})^{0.641}$
モールド変圧器・三相・60 Hz・500 kVA超過	$E = 26.1 \cdot (\text{kVA})^{0.716}$

E: 変圧器の全損失(単位:W) kVA: 変圧器の容量

以單項油入式 60Hz100KVA 為例：損失標準值 $E = 14.4 \times 100^{0.698} = 358\text{W}$ 。

而本公司亭置式變壓器規範 C001-9707 所規定單相油入式 60Hz100KVA 變壓器全損失為 900W 以上。「トップランナー（TOP RUNNER）変圧器」損失僅約 C001-9707 規範之 40%，估計每年全日本可減少約 50 億度電力損失，換算為 CO₂ 排放量為 1,860,000 公噸。

在變壓器附屬配件上，中電公司亭置式變壓器相對簡單，除釋壓裝置外，既無油面計也無溫度計，面板清清爽爽。

而非晶質（Amorphous）變壓器雖然損失較小，但因體積、重量、噪音都比傳統變壓器大，在中電公司及本公司都未被廣泛使用。

4. 地下配電亭置式變壓器體積縮小化

本公司歷代亭置式變壓器容量規格及尺寸一覽表

年代	變壓器容量	電壓比	箱體寬度 (mm)	箱體深度 (mm)	箱體高度 (mm)	箱體體積 (m ³)
第一代 1988 年前	25kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	820	1100	900	0.812
	50kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	820	1100	900	0.812
	100kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	1000	1100	900	0.99
	167kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	1000	1100	900	0.592
第二代 1988-1991 年	25kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	900	1000	600	0.54
	50kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	900	1000	600	0.54
	100kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	1000	1000	650	0.65
	167kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	1000	1000	650	0.65
第三代現 行	25kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	600	800	900	0.432
	50kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	600	800	900	0.432
	100kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	600	940	1050	0.592
	167kVA	6.9-13.8kV/ 240-120V	600	940	1050	0.592

單以 100kVA 亭置式變壓器比較，可發現體積以較第一代大幅縮小約 40%，詳如下表：

本公司亭置式變壓器 100kVA 歷代體積大小比較

	深度(mm)	寬度 (mm)	高度 (mm)	體積 (m ³)	體積比第一代 減少百分比
早期舊型變壓器 (第一代 1988 年前)	1100	1000	900	0.99	—
舊型變壓器 (第二代)	1000	1000	650	0.65	34.3%
新型變壓器 (第三代 1991 年後)	940	600	1050	0.592	40.2%

再拿日本中国電力公司與本公司同容量亭置式變壓器之體積比較如下表：

公司別	變壓器 容量	箱體寬度 (mm)	箱體深度 (mm)	箱體高度 (mm)	箱體體積 (m ³)
中電公司	50kVA	1100	450	1450	0.718
	50+100kVA	1100	450	1450	0.718
本公司	50kVA	600	800	900	0.432
	100kVA	600	940	1050	0.592
	50+100kVA	1200	940	1050	1.024

若以單相 100kVA 變壓器比較，本公司亭置式變壓器之體積比日本中国電力公司變壓器小 0.126 m³，而 3 相 50+100kVA 本公司則比中電大 0.306 m³。

本公司與日本電業變壓器體積差異分析：

- (1)電壓等級不同，本公司配電系統採 11.4 及 22.8KV 供電，遠高於日本 6.6Kv 系統，由於電壓愈高，變壓器內部鐵心愈大，絕緣材料愈多，內部所需空間愈大。
- (2)日本變壓器設計採瘦高型，本公司變壓器設計採矮胖型，因目前國內人行道設

置寬度有限，變壓器若採瘦高型，將影響住戶、商家視線，且民眾多有風水禁忌，易遭誹難。

- (3)國內都會地區用戶密集，用電量大，單具容量 167kVA 使用量大，而其容量比日本變壓器任一單具容量都大，致體積亦較大，主要考量使用較小容量規格，將使設置具數增多，反而佔用更多路面，如一具 167kVA 供電之變壓器，改採小容量則需 50kVA 三具替代。

4、鑑於日本供電方式要求條件較本國高，如新增設用戶契約容量達 50kW 以上採高壓供電，即變壓器由用戶自備，故屋外變壓器需求量相對較少，且變壓器容量亦可配合降低。(本公司為 100kW 可採高壓供電，但 3Ø4W220V/380V 低壓供電可達 499kW)。

(四)研習心得與建議

此次觀摩雖僅安排兩天個別研習，因行前資料蒐集、準備工作頗為充足，加上中国電力公司人員詳盡周到的說明，對研習主題有一定程度之探討與成果。謹就此行所見所聞，提出個人心得與建議。

- 1.配電地下化屬資本密集工程，依中国電力公司估計其成本為架空工程之 15 倍(本公司估計約為 12~13 倍)，然因公司型態不同，本公司無法像中国電力公司一樣，純粹站在經濟效益考量地下化工程之做為。事實上，本公司配電地下化比率至 97 年 7 月底止，已達 35.5%，較之日本 5.3%、韓國 7.9%以及美國 6.0%高出甚多。但我們還是可以想方設法，儘量降低施設成本及調整推行方式，諸如：

- (1)同時施工，儘早擬定計畫，做好橫向連繫，期與都市計畫、道路拓寬等公共工程同時施工。
- (2)導入淺層埋設方式，建立淺層埋設標準，約可節省 20%成本。
- (3)有效活用既設管路，與路權機關協商，准用共同管溝。
- (4)透過協商，爭取共同分擔，甚或由自治團體全額負擔。
- (5)研發更有效率(質輕、體積小、簡化功能)地下化器材。
- (6)拉長孔位距離，減少接頭施設，降低維護點數。

(7)其他軟性地下化手法之導入，如軒(簷)下配線、軟性地下化(ソフト地下化，中国電力公司自 2004 年開始實施，適用於狹小巷道、名勝古蹟，無法擺設地上器具場所，成效良好，值得借鏡)。

2.地下配電系統型態攸關供電可靠度及投資成本，如何拿捏，最符經濟效益，為吾等必須戮力研究之課題。中国電力公司全地下化配電系統採 4 分割 2 連係，架空、地下混合採 3 分割 3 連係型態，類似網路供電型態，可靠度高，成本也較高。本公司目前地下配電系統型態主要採常開環路型，佐以小環路，避免有單放射線路發生。如欲改善饋線停電，則可採用配電線自動化及一次選擇(PRIMARY SELECTIVE)方式。經檢討，一次選擇較常開環路系統在成本上約增加 20%之投資，惟事故率方面(不包負載切換及工作瞬停等)會下降 20%以上。上述二種方式僅可改善饋線之供電可靠度。對分歧線內用戶而言，仍有 80%之停電事故無法獲得改善。為先改善大樓或重要用戶之供電可靠度，則須採用重點網路方式(SPOT NETWORK)，重點網路係一組網路變壓器同時由二個以上饋線供電，各饋線與變壓器組間裝設斷路器，其二次側每一變壓器組均裝置網路保護器，負載側以一母線並聯，以供引接至大樓內各負載點。特點為變壓器組中之任一變壓器或其高壓電源發生故障停電時，其電源側之斷路器即動作並切離電源，其餘健全之變壓器及饋線仍供應所有之負載，而使用戶不致遭受停電。另本公司台北市區營業處目前亦已導入常閉環路系統，成效卓著，可當負載密集都會區參考榜樣。至於該採何種型態地下配電系統方屬最適策，則有賴規劃、設計人員及主事者，依負載特性、用戶需求、地理環境、經濟效益等條件做出最佳方案了。

3.有關亭置式變壓器材質、規範及縮小化課題，本人謹建議：

(1)節能減碳乃勢之所趨，台灣不可能自外於此，採用更先進材質，降低變壓器損失，迎頭趕上先進國家，有要求才有進步(如日本「トップランナー(TOP RUNNER)変圧器」計畫)，為地球及後世子孫盡一份心力，是企業基本良知。

(2)變壓器功能設計應力求簡單化，非必要配件(溫度計、油面計、分接頭切

換器等)能省則省，則變壓器體積應有再縮小空間。

(3)將亭置式變壓器一、二次線路改爲由底部或側面進出，應可再縮小空間。

(4)爲使人行道通行寬度增加，本公司設置於人行道變壓器，可改採轉向或設置站台方式裝設，約增加 20-40 公分通行空間。

(5)取消簡易瑣設置，改採箱門鎖扣方式，以減少物資浪費並提高安全性。

(五)附件－測試報告及相關照片



中電公司路上變壓器(右二 50+100KVA)及開關(左二) 中電公司路上設備外型較高較薄



本公司亭置式開關及 50、100KVA 變壓器 本公司路上設備外型較矮較胖



路寬不足 70CM 時可將變壓器轉向(背對背)裝設以增加路幅寬度



變壓器轉向裝置後路寬明顯增加操作位置也變得安全不致影響交通



軟性地下化（ソフト地中化）施工前



軟性地下化（ソフト地中化）施工後，電桿與路燈桿結合爲一，高低壓電纜皆穿設於鋼管桿內，變壓器(30+50KVA)吊掛於桿上



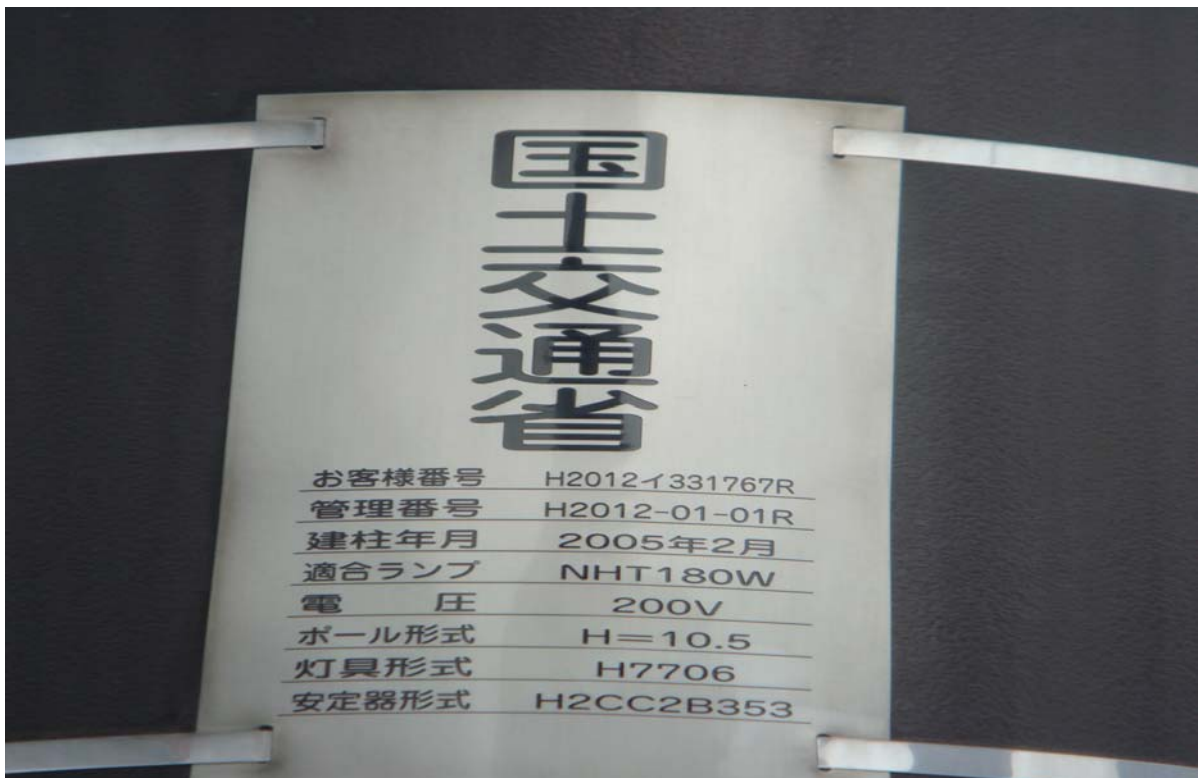
軟性地下化（ソフト地中化）相關照片一



軟性地下化（ソフト地中化）相關照片二



軟性地下化（ソフト地中化）相關照片三



軟性地下化（ソフト地中化）相關照片四

三、配合電力系統需求之購電電價策略一路奎琛

(一)前言

本公司基於充裕電源、穩定電能供應，並配合政府促能源之有效利用、開放電業經營競爭與增進天然資源等政策，目前向外購電包括：早期向公營水庫以議價方式簽訂之購售電合約；民國 84 年起配合政府三階段開放民間設立發電廠，透過競標或政府評審合格方式與民營發電廠(IPP)簽訂之 25 年購電合約；配合政府獎勵設置高效率合格汽電共生系統，依經濟部訂定之『汽電共生系統實施辦法』躉購汽電共生剩餘電力；另依循政府發展再生能源政策，訂定「台電公司收購再生能源電能作業要點」，向再生能源發電設備設置者購電。此外為因應電源不足所需，另陳報主管機關實施「用戶啓用自用發電設備補貼措施」、「合格汽電共生系統優惠購電費率暫行措施」與「未商轉民營發電廠緊急優惠購電暫行措施」等緊急購電措施；近期另為因應 97、98 年度電力供應可能不足及為減少本公司對油、氣需求，以維系統供電安全並降低供電成本，另訂定「增購汽電共生電能暫行措施」，於週六半尖峰及離峰時間向合格汽電共生系統增購電能。

上述購電除對政策獎勵對象所採之優惠購價外，購價訂定方式係以反映該等電能所能替代電業相當電源之避免成本為原則，如 IPP 購價採反映替代相同運轉特性或相同燃料機組成本，而對於無法進行經濟調度之汽電共生剩餘電能之購價則採替代相同時段運轉機組成本訂定。由於外購電力占全系統之發購電比例目前已達 24%，購電支出亦佔發購電成本之 28.4%，外界因之對於各類外購電力價格之合宜性更為關注，在因應政策目標或不同電能需求下，如何同時兼顧對外界之合理說明，現行購電價格之研訂愈趨審慎。

藉由本次赴日本中國電力公司之實習參訪，對於日本之電力供需概況、電力市場運作、外購電力相關法令、外購電力概況及購電價格之訂定進行概略之瞭解，俾利未來相關業務推展之參考。

(二)中電自由化的經過

昭和 26（1951）年起，日本全國分為 9 個（即北海道、東北、東京、北陸、中部、關西、中國、四國及九州）營業地區，在各營業地區分別由該區內之民間企業經營

發電、送電及配電業務。東部地區（含北海道、東北及東京等 3 區）電力之頻率為 50Hz，而西部地區（含北陸、中部、關西、中國、四國及九州等 6 區）電力之頻率為 60Hz，彼此不同。電力系統中，各電力公司在各自的營業區域內獨自發展，但為了能達成各供給區之間的使用電供需平衡，各公司之間有融通的連線系統。

在維持供電穩定及配合環境之變遷，日本電力市場導入競爭機制，電業自由化前後如圖 4-3~1：

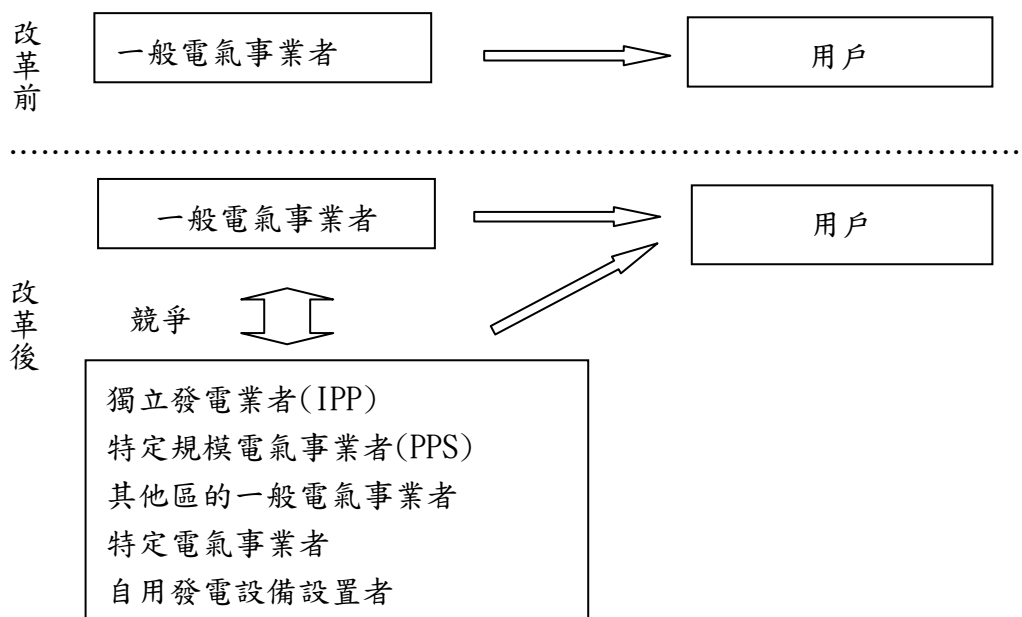


圖 4-3~1 電業自由化前後之市場架構圖

1. 第一次電氣事業制度改革

平成 7（1995）年，日本修改「電業法」，在一般電力業者之電源籌措上，加入來自獨立電業者（IPP）之投標制度，另在特定電力供給地點，將電力零售業加以制度化（特定電力事業制度），如圖 4-3~2：

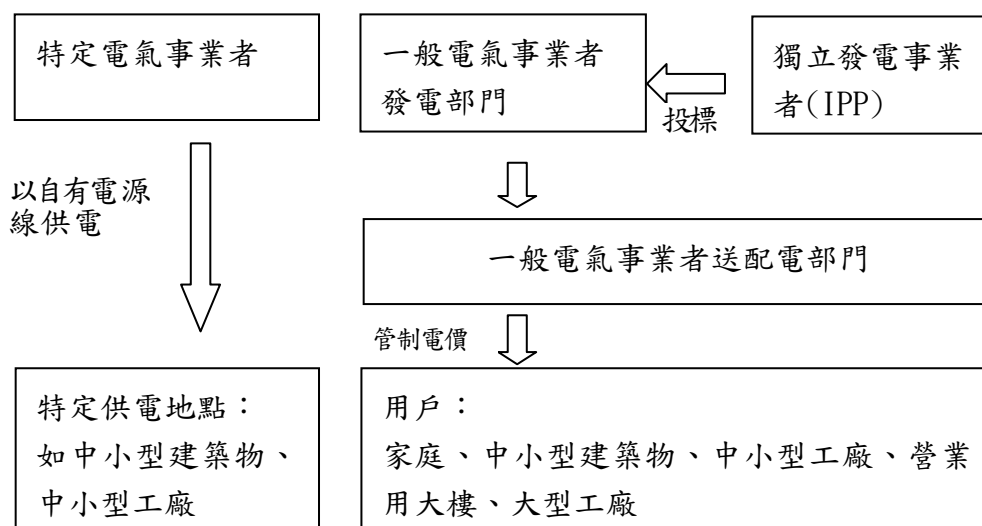


圖 4-3~2 第一次電氣事業制度改革概況

2. 第二次電氣事業制度改革

平成 11（1999）年再度修正電業法，大電力用戶可由電力零售業供給（約全部需要量之 40％）之自由化。特定規模電力事業者（PPS）透過電力公司提供之送電服務，可以零售。

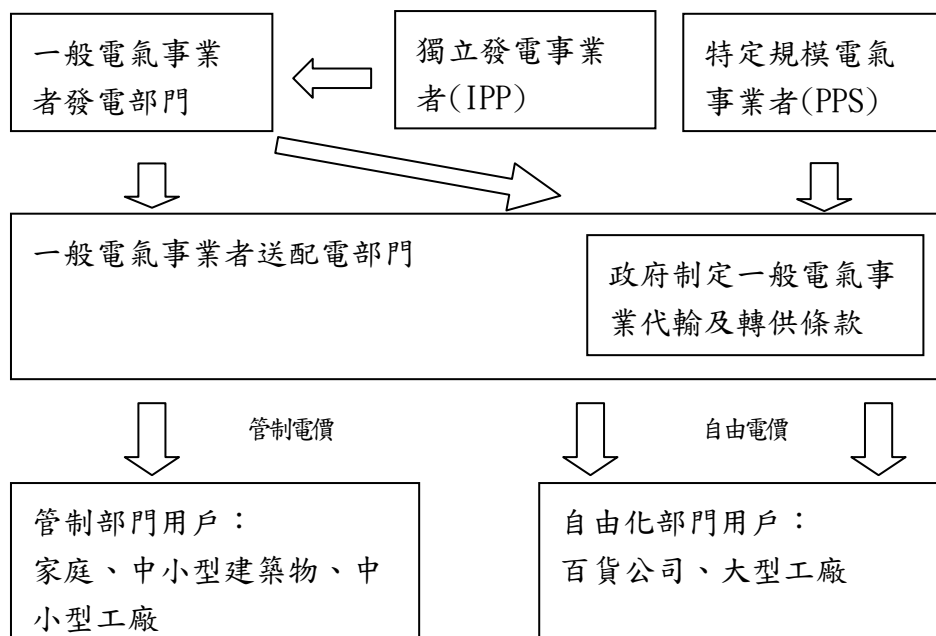


圖 4-3~3 第二次電氣事業制度改革概況

3. 第三次電氣事業制度改革

平成 15 年(2003)改革，開放高壓電力用戶可由電力零售業供給（約全部需要量之

60%)，訂定一般電氣事業送配電部門代輸規則，中立機關之創設，研擬確保送配電部門之公平性及透明性之規則，轉供價格之廢止，創設電力批發交易所，作為業者間從事電力買賣之場所。

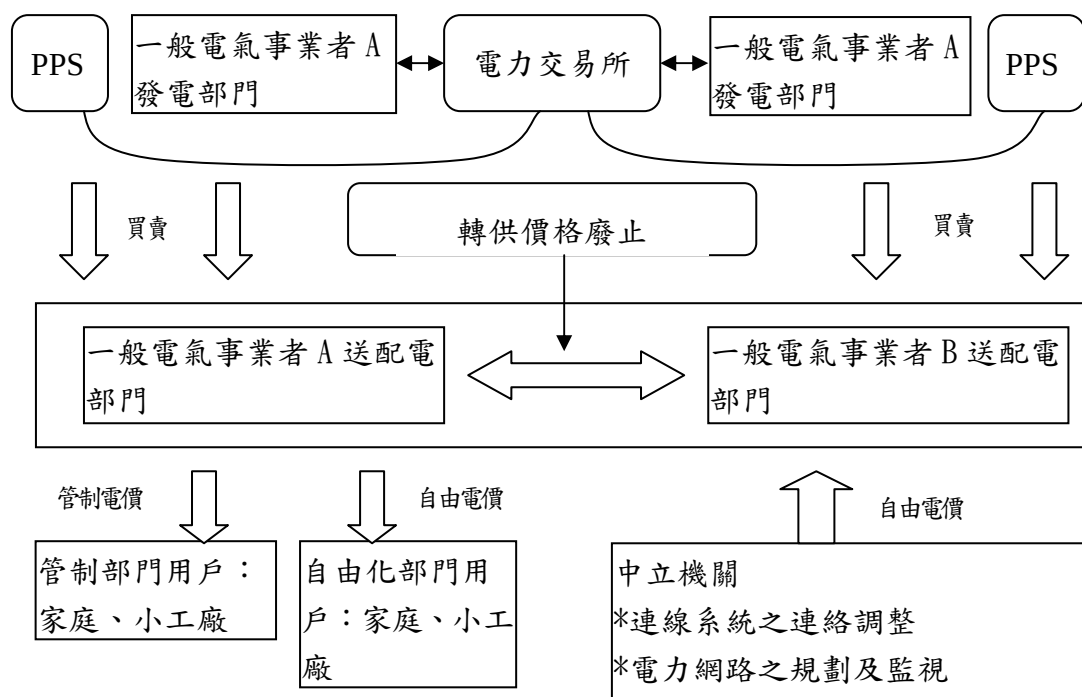


圖 4-3~4 第三次電氣事業制度改革概況

隨著 1995 年、1999 年、2003 年三次電氣事業法的修改，在電力市場化方面已經有如下的成績：

開放發電市場，引入 IPP 制度，對九大電力公司內部新增的電源建設進行公開招標；開放電力躉售價格的管制。輸配電方面開放電網，對九大電力公司擁有的輸配電網絡進行會計分離，並建立專門的中立的輸送電監督機構；取消原來的不同電網之間電能傳輸的過網費，實施新的郵票法計算電能輸配費用。允許九大電力公司外的電力企業經過審核後投資建設自己的輸送電網。零售領域創設特定規模電氣事業制度（特定規模電氣事業是指獨立發電業者或沒有發電設備而從其他企業購買剩餘電能，利用電力公司的送配電網直接向指定規模的消費者售電）。

另外分階段開放零售市場的競爭，從 2005 年 4 月開始已經開放了電壓等級 6kv 以上，容量 50kw 以上的用戶，佔日本總用電量的 63%；並且於 2007 年進一步開放。

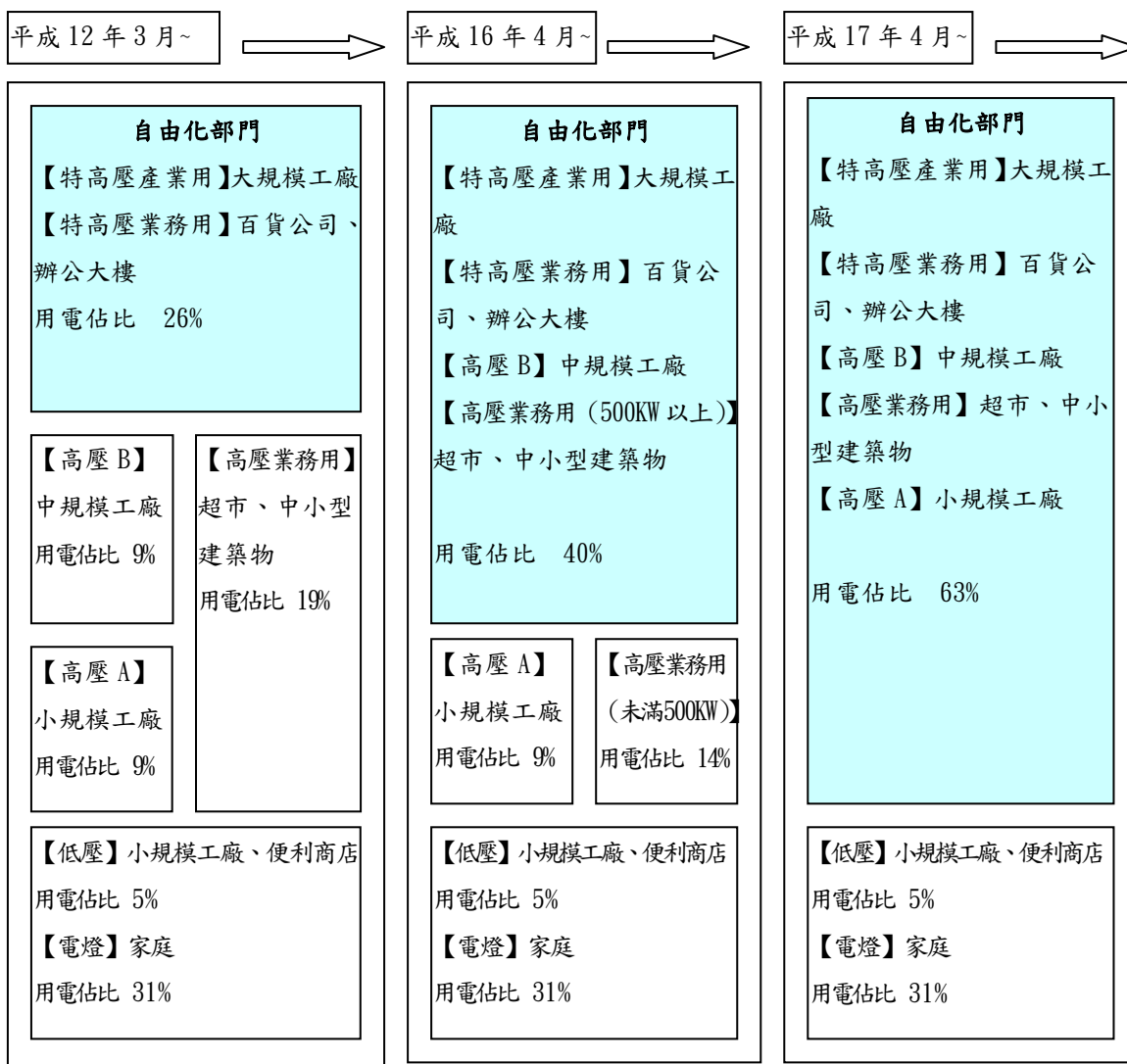


圖 4-3~5 零售市場自由化過程

(三)外購電力之相關法令

1. 相關法令

■ 電氣事業法

第 22 條 卸電氣事業及卸供給事業必須依經濟產業省公布之躉售電價計算規則計算電價。

第 19 條 在有效率經營前提下，以適當的成本加計適當利潤計算電價，不可對特定對象差別取價。

■ 電氣事業法施行細則 第 28 條

■ 躉售價格計算規則

一般電氣事業計算售電價格必須以過去實績及成本計算期間致力提升經營績效為前提，合理預測未來，計算出營業費及事業經營必要之資金加計適當報酬率計算電力價格。

2. 各電力供給事業之定義

表 4-3~1 電力供給事業之相關規範

項目	卸電氣事業	卸電氣事業 (適用至平成 22 年)	卸供給 事業	其他
對象	發電廠、日本核能電廠	共同火力、公營水力	IPP 等	自用發電剩餘電力
事業許可證	經產大臣許可	平成 7 年電業法修正時核發之許可	無「事業」許可	無
價格規定	1. 成本計價原則 2. 競標之得標價	同左	同左	無(雙邊契約)
電事法上電能供給義務	*繼續供電義務 *事業繼續義務：事業全部或部分廢止須經產大臣之許可。		依照契約之供給義務	同左

(四) 外購電力之概況

1. 購入電力對象、購入方式及實績

	種類	購入方式	契約期間	購入容量(萬 KW)
電力批發市場	電源開發部門	個別協議	基本契約：營運期間 價格契約：2 年	240
	共同火力	個別協議	基本契約：15 價格契約：1 年	70
	公營水力	個別協議	基本契約：15 價格契約：2 年	18
	IPP	招標	15 年	24
其他	水力剩餘電力	個別協議	1 年或 2 年	1~2
	火力剩餘電力	依公告方式	1 年	10
	新能源(太陽能、風力)	依公告方式	1 年(自動更新)	15

2. 電力交易所之運作

日本電力交易所 2003 年 11 月成立，2005 年 4 月，日本的電力零售競爭對象擴大到容量 50kw、電壓等級 6kv 的用戶，日本電力交易所（JEPX）和電力系統利用協議會(ESCJ)正式開始運營，JEPX 為採用會員制的事業法人，具備資格的會員用戶可以在交易所進行電力的買賣。

到 2006 年 6 月包括電力公司、特定規模電力公司（PPS）、企業自備電廠在內共有 29 個會員。JEPX 的最高權力機構為社員（出資人）大會，執行機關為 JEPX 理事會，下設三個常設委員會、兩個特別委員會及負責日常行政的事務局，此外還有負責監督交易所運營的監事會。

(1) 交易規則

JEPX 的交易方法是通過互聯網進行的電子交易，交易的對象是現貨的電能。交易的參加者為發電廠和向用戶進行零售的批發商或者受這些廠商委託的代理人。

(2) 市場及商品：

JEPX 的市場目前分為日前現貨市場，遠期合約市場，自由合約市場三種。

- 現貨市場：現貨市場為對第二天要交割的電量以每 30 分鐘為一個單位進行交易。每天可劃分為 48 個時間帶，也就是有 48 種商品進行交易。規定的交易方法為單一價格競價的方式，單一價格競價方式是將每個賣家的競標曲線匯總，合成總的賣家競標曲線，同樣的將每個買家的招標曲線合成總的買家競標曲線，兩個曲線的交點決定了得標的價格和數量。此交點左側的競標（即比中標價格低的賣方和比中標價格高的買方）全部成交，交點的右側則都沒有成交。現貨市場的優點是能夠及時因應每天電力需求的波動，維持供需平衡。
- 遠期合約市場：為此後一年內的以月為單位的電能為交易對象的市場。一個月單位的電能商品還分為“月內全時型”和“月內日間型”兩種，月內全時型是指某月一個月期間的不分日期時段的電量交易類型；月內日間型是指某月內除週六、日外 8:00~22:00 的電量交易類型。此兩種類型商品在一年的交易期間內形成 24 種電能交易品種。交易方式為雙方議價的方式。賣方報價和買方報價按時間先後順序，賣方以報價低的優先，買方以報

價高的優先進行撮合。遠期合約市場的優點是事先約定數個月後的交易價格和交易量，可以抑制價格劇烈波動，規避價格風險。

- 自由合約市場：是指 JEPX 的交易成員通過互聯網可以在 JEPX 提供的電子公示板上自由的發布和獲取買賣信息，買賣雙方將交割日期、電量、價格等信息發佈在電子公示板上，相應地看到這類信息並感興趣的交易者可以直接同信息發布方聯繫。JEPX 不對買賣方的談判進行干涉，只對公告牌上發布的信息進行管理。自由合約市場就好比一個自由市場，實質上是對未來不確定類型的交易提供一個嘗試的市場，如果在公告牌市場上經常頻繁的出現某種類型的交易，在以後可以專門開設一個此種的交易市場。各交易市場特性整理如表 4-3~2：

表 4-3~2 電力交易所各交易市場特性

市場	商品種類	商品型態	撮合方式	交易時間	契約型態
現貨	30 分鐘型	隔天 30 分鐘單位型。(48 個單位)	價格競比	交易日之 5 個營業日前	匿名交易
遠期合約市場	24 小時型	1 個月單位型(12 單位)	公開議價	交易 2 個月前之 19 號以前	談判交易 (撮合前匿名)
	日間型	1 週單位型		交易 2 個月前之 20 號以後、9 個營業日前	
自由合約市場	任意		雙方交涉	任意	談判交易

(3)參加方法：

JEPX 的交易採用會員制，上場交易必須具有交易會員的資格，只要有意願進行電力現貨的交易，而且資本金在 1000 萬日元以上，經過申請都可以成為會員。

JEPX 成立後，交易量大大超出了當初的預期，因為日本分為南北兩個不同頻率的輸電網（東日本為 50Hz 西日本為 60Hz），所以當兩個網間交換出現阻塞時價格會產生差異。價格的走勢係隨季節的變化電力量需求不同及燃料價格的起伏而變動，JEPX 的價格指標能真實的反映市場的供需狀況及企業的發電成本變動。

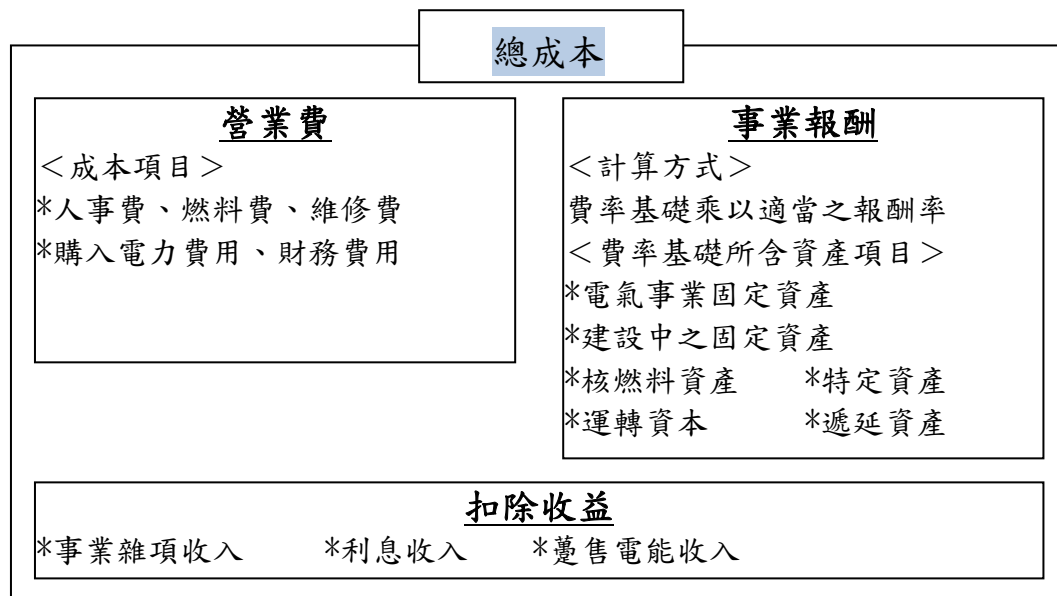
JEPX 以其中立的立場提供公平交易的平台，降低交易成本，對市場交易進行監督，促進了市場的競爭；其形成的價格指標能正確的反應供需狀況，反應成本變動，對電能的消費及電源的投資給予正確的信號。

(五)中電購入電力價格之訂定

1.卸電氣事業及卸供給事業電價訂定方式

(1)購電費率

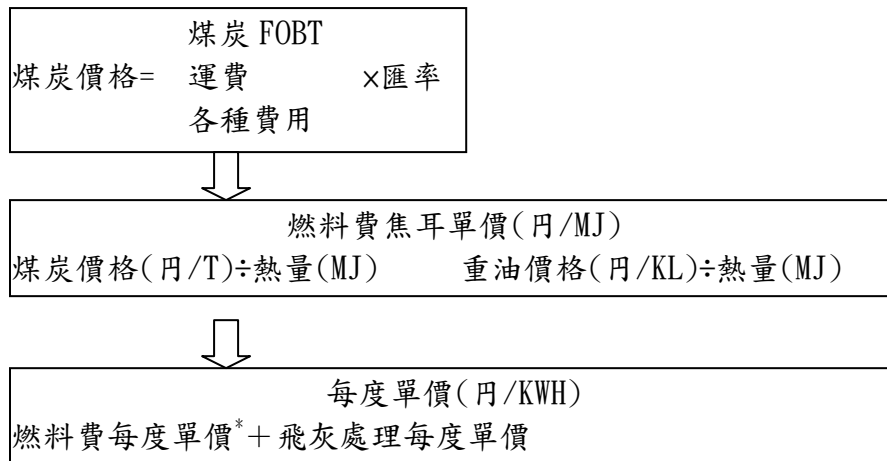
購電價格係採反映總成本之計算方式，考量過去實績及將來提升經營效率之成本降低因素等，以未來成本為計算基礎



(2)價格調整方法(以電源開發之購售契約為例)

➤ 燃料費調整之項目及時點

- * 契約每度單價將隨『匯率』及『重油價格』之變動實績進行調整。
- * 匯率每季調整、重油價格於年度結束後調整。



*燃料費每度單價計算方式：

$$\text{燃料費焦耳單價(元/MJ)} \times 3.6(\text{MJ/KWH}) \times \text{熱效率}(\%) \times (1 - \text{廠內用電率}(\%))$$

2. IPP 計價方式

(1) 購電費率

$$\text{購電費率} = \text{容量費率(或基本費)} + \text{能量費率}$$

其中，購電費率指投標時由公用事業提出的每度購電單價，包括基本費（容量費率）及能量費率兩部份。容量費率則包含資本費及運轉維持費；能量費率包括燃料費用與燃料採購相關費用。

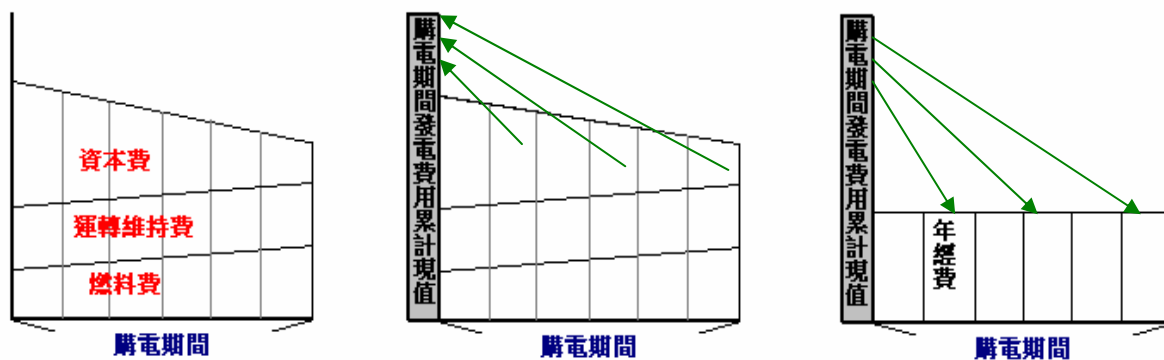
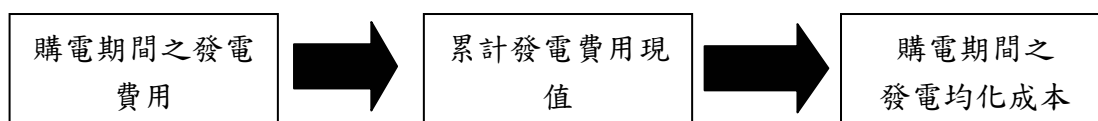
$$\text{商轉開始之年購電費率} = \frac{\text{競標時之購電費率}}{\text{資本回收係數}} \times \text{商轉開始之年購電費率計算係數}$$

上式中，

$$\text{資本回收係數} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad i: \text{折現率}; n: \text{購售電期間}$$

$$\text{商轉開始之年購電費率計算係數} = \frac{(1 - \delta) \times (1+i)^n}{(1+i)^n - (1+\delta)^n} \quad ; \delta: \text{物價上漲率}$$

又投標時購電費率之計算方法如圖 4-3~6 所示：



$$\text{競價時購電費率} = \frac{\text{購電期間均化發電成本}}{\text{保證時段發電量}}$$

圖 4-3~6 中國電力公司競標時購電費率之計算架構

亦即

$$\begin{aligned} \text{投標時之購電費率} &= \frac{\text{預測商轉期間均化之年總發電成本}}{\text{保證時段發電量}} \\ &= \frac{\text{預測商轉期間累計總發電成本} \times \text{資本回收係數}}{\text{保證時段發電量}} \end{aligned}$$

而預測商轉期間累計總發電成本現值為 PVT ，

$$PVT = \sum_{t=1}^n \frac{CT_t}{(1+i)^t} ; CT_t : \text{第 } t \text{ 年總年發電費用}$$

預測商轉期間均化之年總發電成本 (ACT) 為：

$$PVT = \frac{ACT}{(1+i)} + \frac{ACT}{(1+i)^2} + \frac{ACT}{(1+i)^3} + \cdots + \frac{ACT}{(1+i)^n}$$

$$ACT = \frac{PVT}{\sum_{t=1}^n \left(\frac{1}{1+i} \right)^t}$$

根據中電之計價公式，商轉開始之購電費率和競標時購電費率只有在物價上漲率為零的情況下，才會相同。

$$\text{另商轉開始之年資本費} = \frac{\text{競標時之資本費}}{\text{資本回收係數}} \times \text{商轉開始之年資本費計算係數}$$

$$\begin{aligned} \text{投標時之資本費} &= \frac{\text{預測商轉期間均化之固定發電成本}}{\text{保證時段發電量}} \\ &= \frac{\text{預測商轉期間累計之固定發電成本現值} \times \text{資本回收係數}}{\text{保證時段發電量}} \end{aligned}$$

而預測之商轉期間累計之固定發電成本現值 (PV) 為

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} , C_t : \text{第 } t \text{ 年固定發電成本}$$

預測之商轉期間均化之年固定發電成本現值或競標時資本費 (AC) 則可由下式得出。

$$PV = \frac{AC}{(1+i)} + \frac{AC}{(1+i)^2} + \frac{AC}{(1+i)^3} + \cdots + \frac{AC}{(1+i)^n}$$

$$AC = \frac{PV}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}} = PV \times \text{資本回收係數}$$

日本中國電力公司 IPP 購電費率中有關資本費計算在不考慮物價上漲的假設前提下，

和台電公司現階段 IPP 的資本費計算公式是一樣的，推導如下：

$$\begin{aligned}
 AC_T(\text{中國電力版}) &= \frac{\frac{PV}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}}}{\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}} \times \frac{(i - \delta) \times (1+i)^n}{(1+i)^n - (1+\delta)^n} \\
 &= \frac{\frac{PV}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}}}{\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}} \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (\text{令 } \delta = 0) \\
 &= \frac{PV}{\sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t}} (= PV \times \text{資本回收係數}) \\
 &= PV \times \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}
 \end{aligned}$$

(2) 購電費率的調整機制

日本中國電力公司購電費率的調整機制中可調整的部份為運轉維持費、燃料費用及採購燃料相關費用。資本費部份則不調整。調整方式如次：

- 運轉維持費：每年四月，根據得標運維費上依一年度相對於競標年度薪資，躉售物價指數及物價上漲率來做調整。
- 燃料費用：根據燃料價格來作調整。也就是，投標年前一年第三季之燃料價格與購電當期之燃料價格的比較來做調整。
- 採購燃料相關費用：依據薪資，躉售物價指數及消費者物價指數來做調整。

(六) 配合能源政策之購電

1. 新能源法政策

日本政府一直很關心地球環境問題，故近幾年積極導入再生能源，為達成 2010 年新能源佔初級能源供給 3% 之目標，以制定 RPS 法令及提供補助金等優惠措施積極推動再生能源。除了以法令引導再生能源產業發展外，日本政府制訂了一系列獎勵及補貼制度，對國家或個人層級之利用者、事業體，及地方公共團體提供補助金或融資，以促進對新能源之利用。例如對大規模引進風力發電、太陽光發電、

太陽熱利用及廢棄物發電等地區，或宣導新能源的公共團體，補助 1/2 以內的事業費及推廣費。又對於導入新能源利用之事業，符合「新能源法」認定利用計畫者，則補助 1/3 以內的事業費。另外對於非營利組織（NPO）給予支援，以協助新能源導入事業或導入新能源事業等推廣開發。

2.RPS 法

2003 年度 4 月，日本開始實施 RPS 制度(再生能源配比義務(Renewable Portfolio Standard, RPS))，依據電業每年販售電量多寡，而課與其利用新能源發電達一定比例之義務。新能源電力如風力、太陽能、生質能、地熱發電等、及未超過 1MW 的小水力發電量；可以自產、向再生能源發電業者收購、或向其他電力公司以憑證（ Certificate ）方式換購。

3. 新能源之購電費率

關於新能源電力的價格，新制度實施後，政府或電業將不提供固定費率收購再生能源電能，整體推廣措施回歸市場機制。由市場交易來決定。

中電對於非事業用之太陽光電、風力發電剩餘電力購入費率如下(平成 20 年 9 月起適用)：

KWH	
契約類別	購入單價(含稅)
從量電燈 A	26 円 03 錢
時間帶別電燈(全時間帶)	27 円 67 錢

(七)緊急時電力融通方式及價格

1. 電力公司間之電力融通制度

電力公司間電力融通種類及契約型態如表 4-3~3：

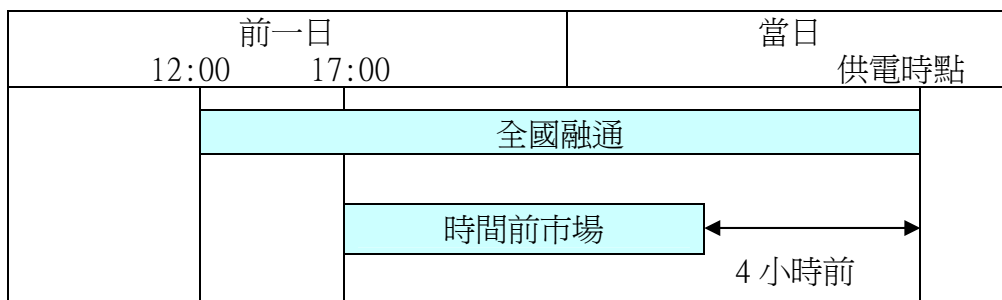
表 4-3~3 電力公司間電力融通種類及契約型態

種類		內容	契約型態及價格
全國 融通	電力支援 融通	依據需要電能公司之要求，融通不足之電力。	9 家電力公司間之契約，每度單價約 18~ 19 円，尖峰時再加 10 円。
	廣大區域 合作融通	考量環境特性，電力公司透過融通方式有效利用低	9 家電力公司間之契約，每度約 1.5 円。

種類		內容	契約型態及價格
二個電力公司間融通		負載期之電力	
	系統融通	相鄰近電力公司基於系統連接與運作需要之電能融通	相鄰之電力公司間之雙邊契約
	潮流調整	因應系統運作必要之系統作業時之電能融通	
	特定融通	特定電源融通至特定區域	特定電力公司間之雙邊契約

2. 電能供需前市場之創設

爲了降低發電業者及 PPS 之風險，在前一日發電計畫訂定後，現貨市場已結束競標，若產生電力供給過剩或緊急需增加供電，對於因應此種供需失衡之電能採購市場之創設，預計於平成 21 年(2009)上半年開始實施。



*四小時前市場，每日三次，採競標方式。

(八)中電購電部門組織

中電購電業務部門包括負責電力交易所交易(現貨、遠期合約與自由合約市場)之經營企劃部門與負責現行雙邊合約(電源開發、IPP、共同火力、剩餘電力購電契約)之販賣事業本部，販賣事業本部下設經理、副長及五位主辦人員，負責不同種類合約之執行。

(九)心得與感想

中電之外購電力，除於電力交易所交易之價格係由市場供需決定外，IPP 之競標價格訂價方式與本公司相近，至管制之購售電價則均採相同之總成本計價方式與訂定基礎，躉售電能合約價格係由賣方提出，並經買賣雙方協議後訂定，無論購電或售電訂價所採之報酬率基礎均爲一致，反觀本公司售電價格於管制下，調整不易，近兩

年並已呈虧損狀態，惟於訂定 IPP 購電價格時，仍須保障其合理利潤，而該利潤之合理依據於購售雙方之認知上仍有相當差異。中電之購售價格訂定基礎原則一致性之作法，較易對外說明價格訂定之合理性，可作為本公司未來定價實務之參考。

中電之外購電力來源，除來自定期雙邊合約，自電力交易所成立後，電源之取得更具彈性與靈活，如緊急電源需求可透過電力融通因應，另於 2009 年將有需電前四小時之交易市場之開放；而本公司近年因電源開發進度無法如預期，為因應長期之用電負載需求，政府於 84 年起總計開放三階段 IPP，以補足電力缺口，由於 IPP 整個招標過程從備標等標期，直至業者競標決標，為時冗長，除於商轉時之整體供需情況已可能改變，若競標結果未如預期，亦將影響電能穩定供應，例如為因應 100~102 年之電力缺口而開放之第四階段 IPP，投標業者於最後競標過程中因均未進底價而造成廢標，縱然政府可進行另一階段 IPP 之開放，惟亦無法因應原規劃之需電時程。至原亦屬長期電源來源之一之汽電共生購電，價格之訂定包括售價扣除輸配銷管費用與反映替代電業相當電源之計算方式，惟於售價無法反映成本之情形下，各時段購電價格自無法反映汽電共生業者實際發電成本，在汽電共生餘電不接受經濟調度下，業者調整售電模式，於離峰低價時段降載停機，使得目前缺乏基載機組之電力系統，須於離峰時段啟動高成本機組因應，為解決此一窘境，本公司以另訂定短期之購電措施因應，如目前實施中之「增購汽電共生電能暫行措施」，由於汽電共生系統多為燃煤機組，為避免外界質疑圖利業者，僅能以相同燃料機組之相關成本為定價基礎，惟汽電業者評估增供電能意願時，除未考量於尖峰售電所獲取之高利潤，另將其於離峰時段為達增供水準前之發電虧損併入計算，故以相同機組成本訂定增供電能價格顯不具誘因，原預期之效益因之大打折扣。相較於中電可透過電力交易所，以市場價格即時取得所需電能，本公司在電業自由化前，電能取得之方式與效益仍受到相當之限制。

另中電於合約執行上亦較為嚴謹，如近期燃料價格飆漲，IPP 因燃料成本落後反映造成營運困難，故要求中電進行合約條文之修訂，惟中電基於該公司售價調整(燃料調整條款)亦面臨相同情況，故並未同意；相較本公司售價除未有燃料調整條款，於面臨巨大虧損時，對於 IPP 要求燃料價格由落後反映改為即時行調整時，又必須考量整體供電之穩定而予以同意，風險各自承擔之合約精神並無法完全落實。

日本的電力市場改革，係於維持九大電力公司的垂直一體的供電體制下，同時開放

發電市場與逐步的開放零售市場，並對九大電力公司的電網進行嚴密的監督，保證市場競爭的秩序。我國於 93 年電業法規劃之電業自由化於立法院中遭否決後，自由化之腳步因此停滯，惟未來電力改革的推進，有關電力交易所之建立，及相關制度之設計，將可參考日本中電成功的經驗。

四、全球金融市場動盪下，對於籌資理財以及財務風險控管之措施及成效－陳麗珍

(一)研習目的

鑑於近年來原油及燃料成本高漲而造成營運成本的增加，以及今年 9 月以來金融危機加劇而造成全球金融市場的動盪不安，使資金籌措更形困難，並使各項財務風險相對提高，故擬借鏡中電公司對於資金籌措規劃以及面對各項財務風險之對策，乃針對下述主要議題進行研習，期能收集中電公司的經驗及作法，提供作為本公司經營管理之參考。

1. 受美國金融風暴影響，信用貸款體系崩潰造成資金流動性不足，中電公司對於資金籌措之規劃及對策為何？
2. 全球金融市場的動盪不安更加劇利匯率波動，中電公司對於籌資之各項財務風險如何控管？
3. 受全球信貸危機影響，造成投資股債市重挫，中電公司對於投資證券及轉投資事業之風險如何管控？
4. 由於經濟成長趨緩與通膨加速，信用市場緊縮加上升息使貸款成本提高，導致信用違約事件增加，中電公司對於提供擔保之風險如何管控？

(二)研習行程

此次出國日期自 98 年 9 月 22 日至 98 年 10 月 1 日共計 10 天，行程如下：

日期	地 點	研 習 內 容
9/22	台北-廣島	往程
9/23	中國電力株式會社	參觀柳井發電廠
9/24	中國電力株式會社	參觀中央給電指令所
9/25	中國電力株式會社	グループ經營推進部個別研習
9/26	中國電力株式會社	グループ經營推進部個別研習

日期	地 點	研 習 內 容
9/27	廣島	參觀廣島、宮島地區
9/28	京都	參觀京都地區
9/29	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
9/30	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
10/1	大阪-台北	返程

(三)研習內容

本次研習主要地點在中電公司グループ經營推進部，並由該部財務組同仁講述該公司資金籌措、運用以及財務風險管理等議題。講述重點概述如下：

1.資金籌措規劃

(1)資金規劃

A.中電公司 2008 年資金籌措方針

- 針對島根 3 號機組增建計畫需要，資本支出中扣除自有資金外之外借資金需求龐大，須確保資金籌措之來源安全可靠。
- 受燃料價格高漲的影響，以及因應環保規定要求趨嚴所增加的支出，導致營收狀況不理想，須有效降低籌措資金之成本。

B.主要的籌資策略

- 發行公司債為資金籌措的主要來源。
- 除非公司債的發行條件較銀行借款為差，始以銀行借款取代。
- 為均化未來各年度債務償還金額，資金籌措年限多樣化。
- 爭取改善借款條件，降低手續費等成本。

C.2008 年資金籌措計劃

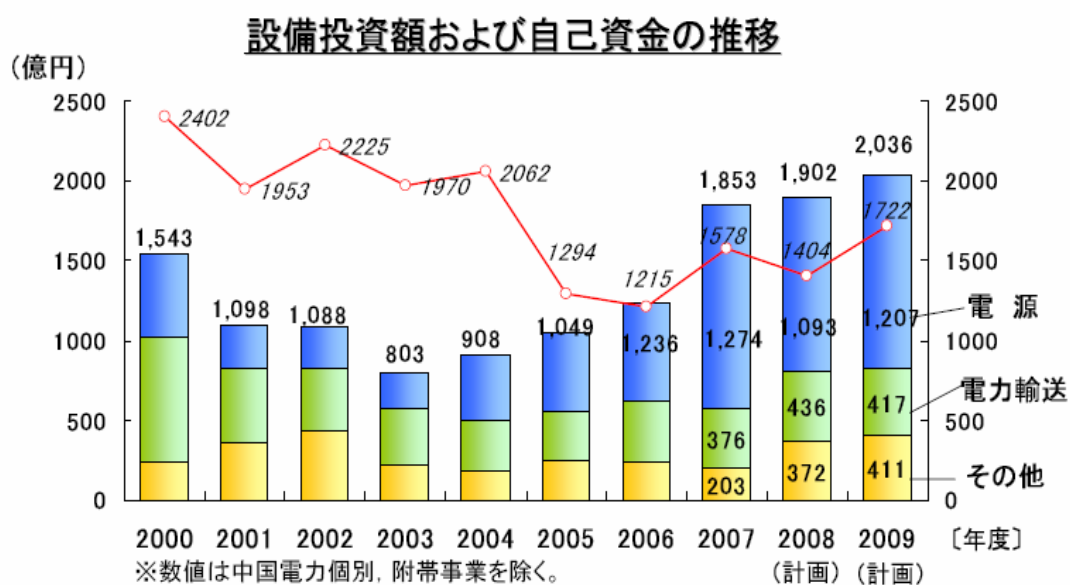
單位：億日圓		2007 年度 實績	2008 年度 預計	2009 年度 預計
資金 需求	資本支出	1,854	1,902	2,036
	債務償還	2,198	2,042	2,325

單位：億日圓		2007 年度 實績	2008 年度 預計	2009 年度 預計
	合計	4,052	3,944	4,361
資金	自有資金	1,562	1,404	1,722
籌措 外部 資金	公司債	1,046	1,146	1,445
	長期銀行借款	600	350	150
	短期銀行借款	644	644	644
	短期商業本票	200	400	400
	小計	2,490	2,540	2,639
	合計	4,052	3,944	4,361

(2)設備投資

中電公司為能達到持續提高發電效率以及實現最適之發電結構，並同時達成 3E(即能源安全性、經濟性、環保性)的目標，核能發電占比擬由目前的 23%，逐步提高至 42%，故全力投入島根核能發電廠 3 號機組之興建。

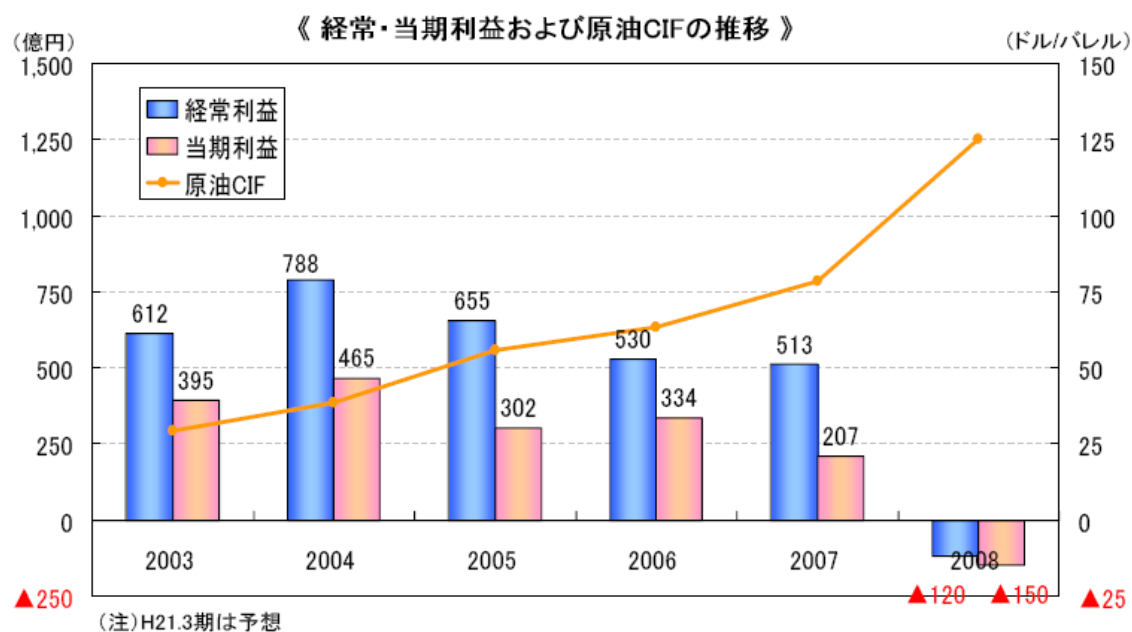
而為增建島根核能發電廠 3 號機組以及輸送電力系統之構建，設備投資所需資金將使自有資金之需求逐年提高。



(3) 自有資金

中電公司自有資金的主要來源為營業利潤及折舊費用。

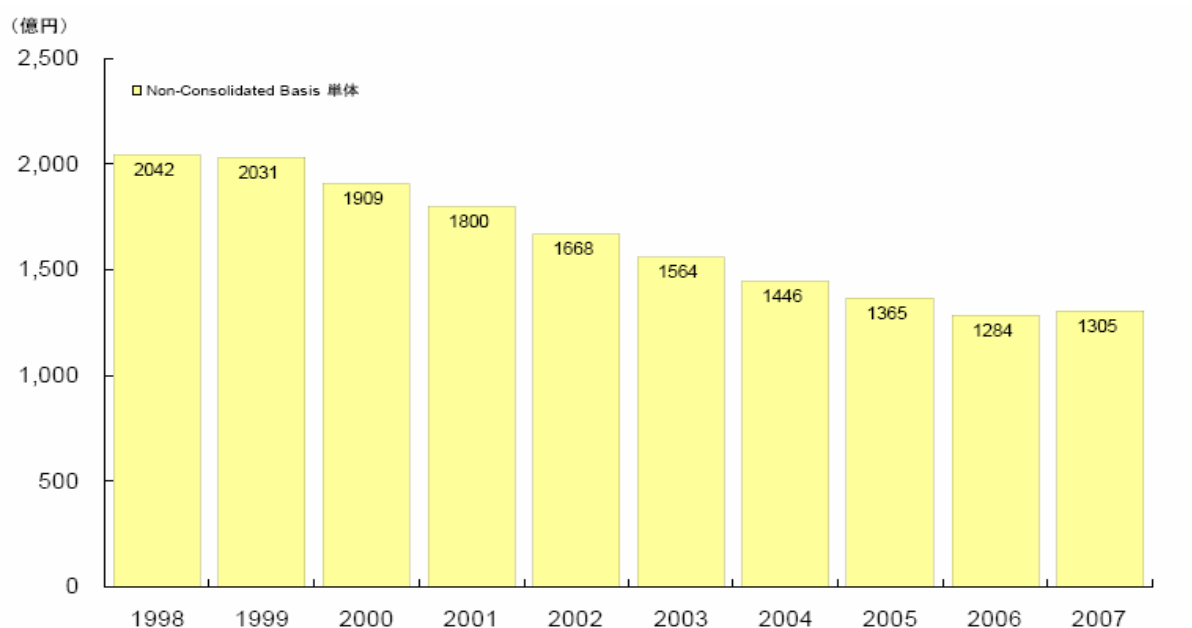
A. 營業利潤：由於近年來各項燃料費用的高漲而使營業利潤縮減，如原油 CIF 平均成本已由去年每桶 75 美元，大幅飆升至每桶 150 美元，而使中電公司預計於 2008 年度(截至 2009 年 3 月)將發生近年來首度營業虧損約 150 億日圓。



(上圖之 H21.3：平成 21 年 3 月，即西元 2009 年 3 月)

B. 折舊費用：

中電公司近年自 2000 年實施自由化以來，為提升競爭力和提高獲利能力，除降低營運成本外，以提高設備機組使用效率及年限，延緩新的設備投資，故折舊費用呈現逐年漸低的現象。



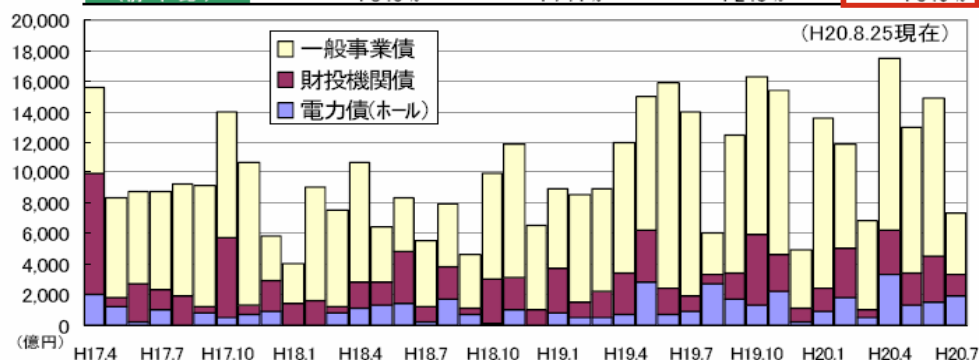
(3)外部資金之籌措

中電公司外部資金之最主要來源為發行公司債及金融機構之借款。

A.公司債

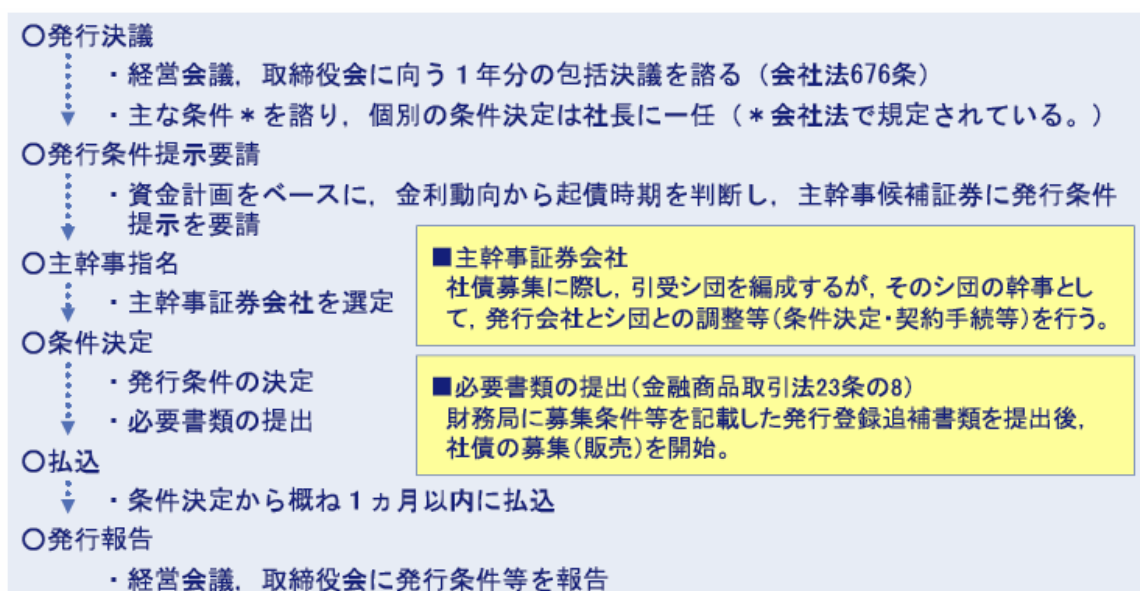
(A)公司債市場發行狀況受市場利率下跌、核能電廠因發生事故停機以及原油燃料價格高漲的影響，使自有資金減少，日本電力事業公司債去年度及今年的發行量均較前年度大幅增加，截至 2008 年 8 月 25 日的公司債 (含電力公司債、金融公債及一般公司債)發行情形如下表：

億円	電力債(ホール)	財投機關債	一般事業債等	合計
H 1 8 年 度	9,350	21,831	67,020	98,201
H 1 9 年 度	16,700	24,093	103,284	144,077
H 2 0 年 度	8,100	11,429	43,678	63,207
(前 年 比)	48.5%	47.4%	42.3%	43.9%



(B)公司債發程序

中電公司公司債的發行作業，依據日本公司法規定，須提報董事會核准，而各期公司債之發行利率、期限、額度等個案條件則授權由董事長決定。經理部門根據年度資用運用原則規劃每期公司債之發行計畫，並將發行時利率市場現況及動向、證券商報價條件等資料提報陳核；於選定主辦證券商及發行條件決標後，即辦理必要文件之編送；並於決標後一個月內完成撥款；最後再將發行結果向董事會報告。具體的發行作業程序及手續，如下圖所示：



(C)公司債信評等及最近年度發行額

中電公司發行公司債取得國外信評機構標準普爾及穆迪公司分別為 AA 及 Aa2 的長期債信評等等級，並取得國內信評機構 R&I 及 JCR 公司分別為 AA+ 及 AAA 的評等等級。中電公司 2008 年度共計發行金額為 1,050 億日圓，2009 年預計發行金額為 1,150 億日圓。

Ratings 格付け

H20年9月5日現在

	Rating Agency 格付機関	Rating 格付	
		Long-term 長期	Commercial Paper (domestic) コマーシャル・ペーパー (国内)
Foreign Agency 海外格付機関	Standard & Poor's Moody's	AA Aa2	— —
Domestic Agency 国内格付機関	R&I *1 JCR *2	AA+ AAA	a-1+ J-1+

*1 R&I is Rating and Investment Information, Inc. 株式会社格付投資情報センター
*2 JCR is Japan Credit Rating Agency, Ltd. 株式会社日本格付研究所

Bond Issues 社債発行額

Billions of yen/ 10億円

	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09 (計画)
Bonds 社債	90.0	165.0	105.0	150.0	60.0	40.0	15.0	—	45.0	105.0	115.0

◆ Fiscal years ended March 31 各3月31日に終了した1年間

(上圖之 H20 年 9 月 5 日：平成 20 年 9 月 5 日，即西元 2008 年 9 月 5 日)

(D)公司債發行條件及期限

中電公司自 1995 年迄今已發行 42 期國內公司債，發行期限最長為 30 年，最短為 4 年(主要為滿足個人投資需要)；除其中有 3 期採浮動利率(以 20 年期 SWAP 利率－2 年期 SWAP 利率＋0.45%～0.55%計算)，另有 1 期採組合固定及浮動利率(前 3 年為 2%，之後以 20 年期 SWAP 利率－2 年期 SWAP 利率＋0.15%計算)外，大部份均採固定利率計息，利率介於 0.58%～4.1%之間，截至 2008 年 3 月 31 日未償餘額為 8,450 億日圓。中電公司今年以來已發行 5 期，總發行額度為 850 億日圓，利率介於 1.129%～1.905%之間。

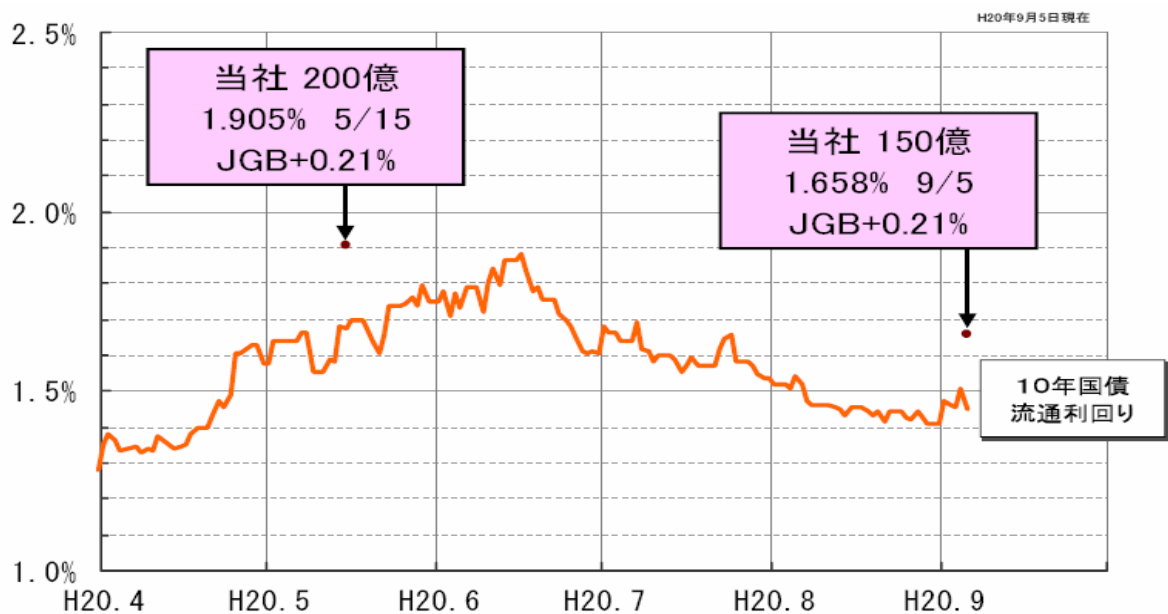
H20年9月5日現在

Issue date 発行日	Amounts (Millions of yen) 発行額(百万円)	Coupon (%) 利率 (%)	Issue Price (yen) 発行価額 (円)	Term (years) 期間 (年)	Type of Issue 発行形態
May 1995	40,000	4.1	100.0	20	Public Offering 公募
October 1996	50,000	3.6	100.0	20	Public Offering 公募
July 1997	50,000	3.225	100.0	20	Public Offering 公募
October 1997	35,000	2.9	100.0	20	Public Offering 公募
April 1998	35,000	2.875	100.0	20	Public Offering 公募
November 1998	20,000	2.075	100.0	20	Public Offering 公募
December 1998	20,000	1.8	100.0	12	Public Offering 公募
May 1999	40,000	2.44	100.0	20	Public Offering 公募
September 1999	20,000	1.975	100.0	10	Public Offering 公募
November 1999	20,000	2.95	100.0	30	Public Offering 公募
November 1999	20,000	1.9	100.0	10	Public Offering 公募
August 2000 *5	15,000	*1	100.0	10	Public Offering 公募
October 2000 *5	25,000	*2	100.0	10	Public Offering 公募
December 2000	15,000	1.93	100.0	12	Public Offering 公募
February 2001	20,000	1.74	100.0	12	Public Offering 公募
March 2001	15,000	2.1	100.0	20	Public Offering 公募
April 2001 *5	20,000	*3	100.0	12	Public Offering 公募
June 2001	30,000	1.39	100.0	10	Public Offering 公募
November 2001	30,000	1.38	100.0	10	Public Offering 公募
December 2001 *5	30,000	*4	100.0	12.5	Public Offering 公募

中電公司公司債利率水準與政府公債利率差異有限，依市場 10 年期公債利率走勢圖顯示，中電公司於 2008 年 5 月發行 200 億日圓及 9 月發行 150 億日圓之發行利率為 10 年期公債利率加碼 0.21%。

H20年9月5日現在

Issue date 発行日	Amounts (Millions of yen) 発行額(百万円)	Coupon (%) 利率 (%)	Issue Price (yen) 発行価額 (円)	Term (years) 期間 (年)	Type of Issue 発行形態
March 2002	20,000	1.15	100.0	7	Public Offering 公募
August 2002	30,000	1.38	100.0	10	Public Offering 公募
January 2003	30,000	0.58	100.0	7	Public Offering 公募
May 2003	20,000	0.79	100.0	12	Public Offering 公募
June 2003	20,000	0.635	100.0	10	Public Offering 公募
June 2004	15,000	1.55	100.0	10	Public Offering 公募
April 2006	10,000	1.47	100.0	5	Public Offering 公募
June 2006	15,000	2.09	100.0	10	Public Offering 公募
August 2006	10,000	1.33	100.0	4	Public Offering 公募
October 2006	10,000	1.93	100.0	10	Public Offering 公募
April 2007	20,000	1.81	99.99	10	Public Offering 公募
May 2007	15,000	1.91	99.91	12	Public Offering 公募
July 2007	10,000	1.45	100.0	4	Public Offering 公募
September 2007	15,000	1.86	99.93	10	Public Offering 公募
October 2007	15,000	1.57	100.0	7	Public Offering 公募
November 2007	15,000	1.78	99.98	10	Public Offering 公募
January 2008	15,000	1.321	100.0	7	Public Offering 公募
April 2008	20,000	1.129	100.0	6	Public Offering 公募
May 2008	20,000	1.905	100.0	10	Public Offering 公募
August 2008	20,000	1.52	100.0	8	Public Offering 公募
September 2008	10,000	1.20	100.0	4	Public Offering 公募
September 2008	15,000	1.658	100.0	10	Public Offering 公募



(上圖之 H20.4：即平成 20 年 4 月，西元 2008 年 4 月，右側其他日期類推)

B. 銀行借款

(A) 財政資金

日本政策投資銀行(Development Bank of Japan)和國際協力銀行(JBIC)等公營金融機構是中電公司銀行借款的主要來源。過去，日本的電力公司向公營金融機構融資占極大的比重，近年來則逐年降低(目前比重約30%)，2008年10月推行金融改革政策後，日本政策投資銀行將民營化，而國際協力銀行等公營銀行將是下階段的對象。

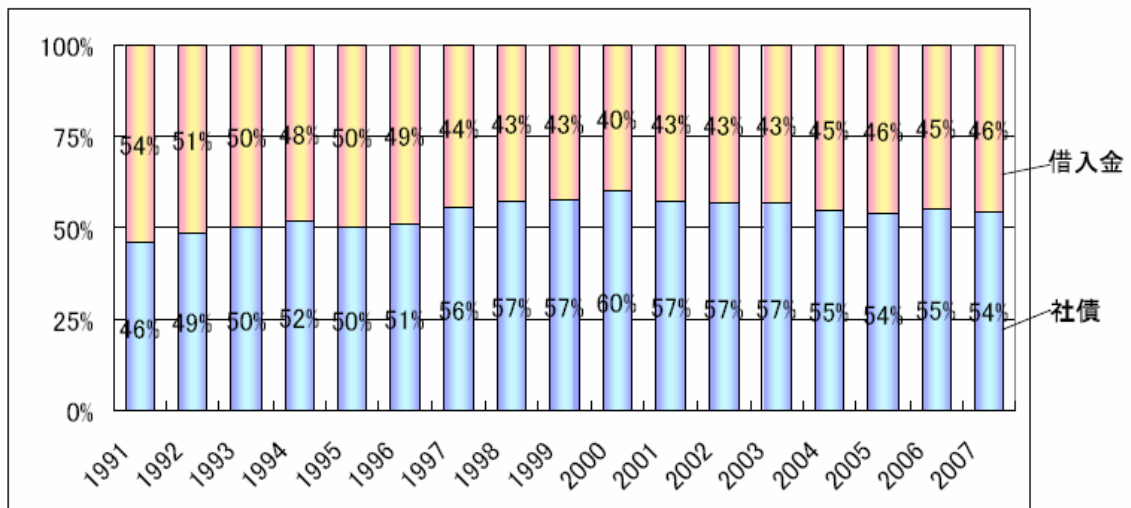
(B) 民間銀行借款

過去在日本，由於金融機構對於各別行業放款及融資條件均有所限制，於金融管制法規放寬後，限制的門檻始漸漸解除。中電公司辦理民間銀行融資，係向40家有往來關係之金融機構邀約，以投標方式報價，並依次按競標利率的高低來籌足所需資金；對於浮動利率計息借款，再參考公債利率水準，透過利率交換的操作來避險。至於短期借款，主要為與主要往來銀行訂定信用額度契約方式辦理。中電公司銀行借款的主要對象及貸款金額如下表：

借入先	借入金残高(億円)
日本政策投資銀行	2,214
日本生命保險相互会社	783
住友生命保險相互会社	659
明治安田生命保險相互会社	619
株式会社みずほコーポレート銀行	416

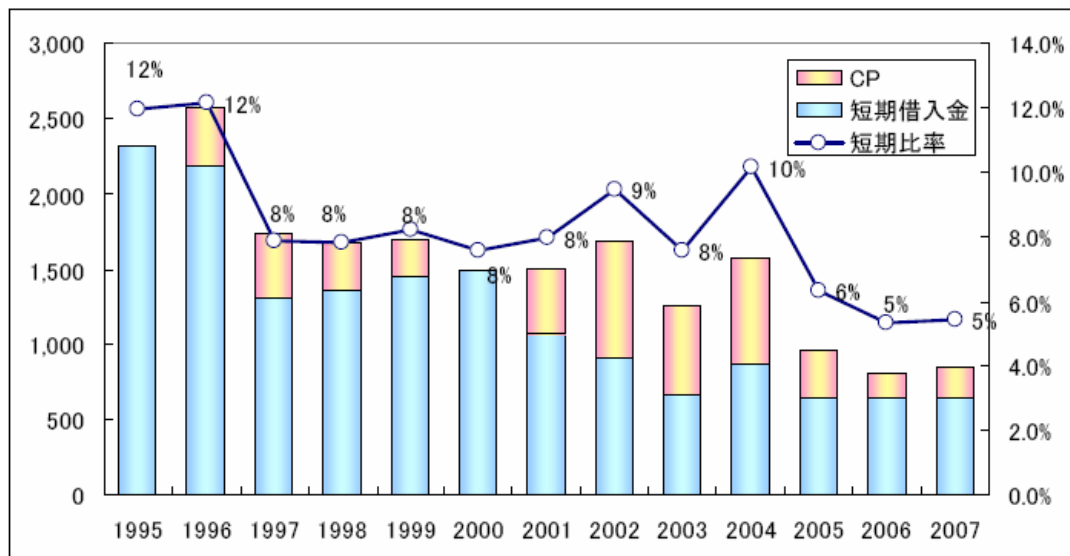
(C) 直接金融與間接金融比率

直接金融(發行公司債)由於發債的各項限制廢除後，發行公司債籌資的方式逐漸取代銀行借款，其佔未償餘額比重亦逐年提高，已超過50%以上，中電公司公司債與銀行借款之比重如下圖：



(D)短期資金變動情形

中電公司為降低財務風險，並積極運用發行商業本票籌資，致短期比率(短期借款+商業本票/計息負債)逐年降低，目前約維持在 5%水準。



2. 資金籌措之風險及對策

中電公司資金籌措之財務風險，主要包括利率變動的風險、信用風險及流動性的風險，以徹底執行各項因應措施來控管風險，故對資金籌措之安全性，和降低融資成本之作法須有充份的瞭解。

(1)利率變動風險及對策

既有債項若以固定利率計息者，當市場利率處於走升的情況下，支付固定利率債項利息的現金流量就相對的減少；反之，當市場利率處於下降的情況下，支付固定利率債項利息的現金流量就相對的增加。因此，對於固定計息債項者，須對支付利息的現金流量進行避險，於利率下降時減少利息的支出；反之，對於浮動計息債項者，須對利率上升進行避險，才能有效降低支付利息的現金流量。市場利率變動對債項固定或浮動計息方式所造成影響情形如下表：

	金利上昇局面	金利低下局面
固定金利	◆ キャッシュフローの固定化により、既存負債の支払利息が相対的に小さくなる。	◆ キャッシュフローの固定化により、既存負債の支払利息が相対的に大きくなる。 ⇒負債時価が増加 (バリューリスクが顕在化)
変動金利	◆ 金利上昇により支払利息が増加する。 (キャッシュフローリスクが顕在化)	◆ 金利低下により支払利息が減少するメリットを享受。

中電公司為降低利率變動對現金流量增加之風險，採行利率交換(IRS)的措施，並適用避險會計處理，截至 2008 年 3 月 31 日止，IRS 未到期合約金額為 41.64 億日圓。為將利率變動風險有效控管，其管理機制如下述：

《重要なヘッジ会計の方法》取引の状況に関する事項

(イ) ヘッジ会計の方法

金利スワップについては特例処理を採用している。

(ロ) ヘッジ手段とヘッジ対象

- ・ ヘッジ手段…金利スワップ取引
- ・ ヘッジ対象…社債、借入金

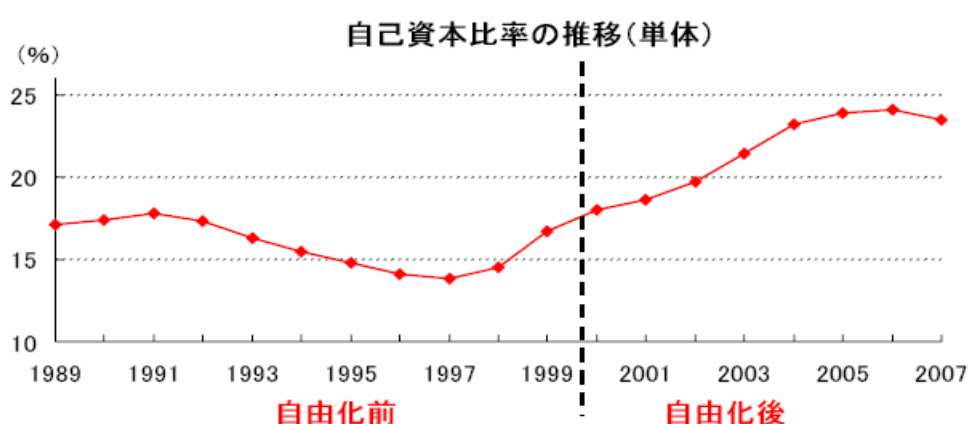
(ハ) ヘッジ方針

当社及び一部の連結子会社の業務から発生する債権・債務に関わる、市場変動リスクの軽減・回避を目的とし、キャッシュ・フローを固定化、または資産・負債に影響を及ぼす相場変動を相殺するものに限って行うこととしている。

由於利率變動或因信用等級變動而造成融資成本的變動，均將衝擊公司營運及財務狀況，故中電公司大部份的債務，均採長期固定利率計息方式為之(固定利率計息者佔債務 80%)，期望能有效限制利率變動對公司營運及財務狀況造成的影響。

(2)信用風險及對策

為了降低籌資成本，有必維持較佳的信用評等等級，並以自有資金來支付固定資產之投資，降低向外舉借以抑制財務體質的惡化。因此，中電公司近年來已加強充實自有資本，使財務狀況有所改善，自有資本比率逐年上升如下圖：



中電公司為了達到取得穩定之資金來源以及降低籌資成本的目的，自 1990 年開始辦理信用評等，目前由投資情報中心(R&I)、日本信用評等研究所(JCR)、穆迪和標準普爾等 4 家機構取得長期公司債債信，並由 R&I 和 JCR 取得短期(商業本票)債信。信用評等檢討每年辦理乙次，由中電公司配合提供各項事業營運的詳細資料。目前日本 9 家電力公司信用評等等級如下表：

[参考1]電力9社の格付取得状況								2008年9月9日現在		
		北海道	東 北	東 京	中 部	北 陸	関 西	中 国	四 国	九 州
社 債	格付投資情報センター (方向性)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)	AA+ (安定的)
	日本格付研究所 (見通し)	AAA _p (安定的)	AAA _p (安定的)	AAA (安定的)	-	AAA _p (安定的)	AAA (安定的)	AAA (安定的)	AAA _p (安定的)	AAA (安定的)
	Moody's (outlook)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)	Aa2 (Stable)
	STANDARD & POOR'S (outlook)	AA (Stable)	AA (Stable)	AA (Negative)	AA (Stable)	AA- (Stable)	AA (Stable)	AA (Stable)	AA (Stable)	AA (Stable)
C P	格付投資情報センター	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+	a-1+
	日本格付研究所	-	-	J-1+	J-1+	-	J-1+	J-1+	-	J-1+
	Moody's	P-1	-	P-1	P-1	P-1	-	-	-	-
	STANDARD & POOR'S	-	-	A-1+	A-1+	-	-	-	A-1+	-

(注) 格付符号の後にpと表示があるものは公開情報に基づき付与された格付である。

(3)流動性風險及對策

爲避免因資金調度的短缺，現金部位不足而產生流動性的風險，手邊應留部份現金以支應突發性支出之需求，但爲了降低閒置資金成本，每日資金調度時預留現金應儘量減少。中電公司的短期調度，除訂有信用額度契約、透支額度(約 1,000 億日圓)外，爲支應突發性支出的需求，經常準備金儘可能控制在 500 億日圓以內。

	調達余力	摘 要
手許流動性	200億円程度	決済資金として常時準備
大口定期	300億円程度	必要な場合は即日解約可能
コミットメントライン契約	—	コミットメントフィーの抑制のため、今年度から未借入枠をゼロに変更
当座貸越	1,000億円程度	通常は4営業日前に借入申込が必要

3.外幣匯率之風險及對策

中電公司業務經營所面臨的外幣匯率風險，主要係因購買(1)火力發電燃料，(2)核能發電燃料、加工等使用外幣付款而產生。其中(1)項匯率風險，因燃煤、天然氣、原油等價格或相對匯率的因素而造成燃料費用的變動，已透過「燃料費用調整機制」，能反映於電價上，故其影響有限；至於(2)項匯率風險，則採預購遠期外匯的方式，將匯率風險有效降低。

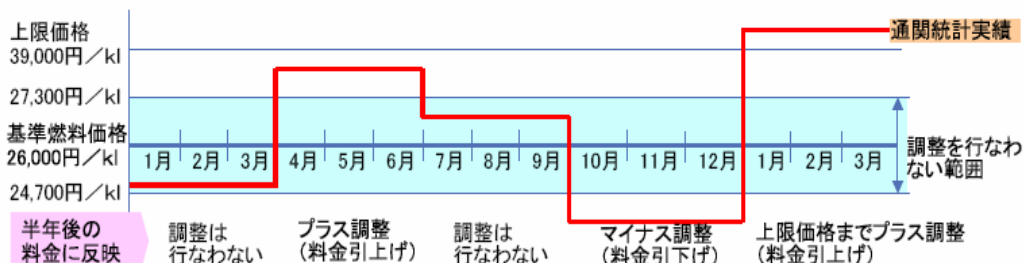
(1)燃料費用調整機制

日本於 1996 年 1 月推行燃料費用調整制度，爲同時考量電費的穩定與燃料價格的變動，以下述條件調整之：

- A. 以每季平均燃料價格實績，計算燃料價格基準值爲調整的依據。
- B. 爲避免電價調整過於頻繁，變動在基準值上下 5%範圍內不調整。
- C. 以基準值 + 50%爲上限，超過此限不調整。

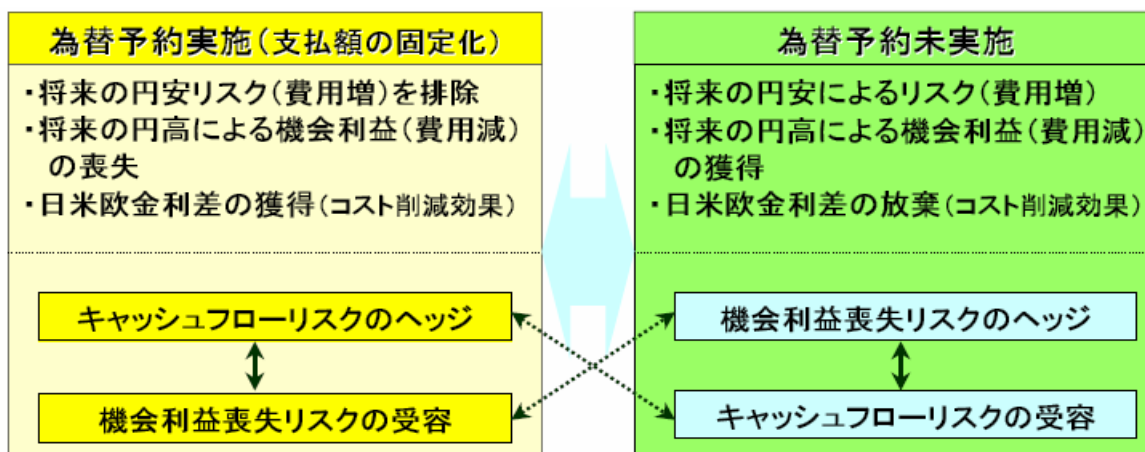
〔燃料費調整制度〕

基準燃料価格(電気料金的前提)	26,000/kl
基準燃料価格算定期間	H20年1月から3月まで



(2) 預購遠期外匯

針對每一部機組的核燃料採購用款(最主要為美元及歐元)預購遠期外匯，並針對每一筆交易金額檢討其風險規避的方式。截至 2008 年 3 月 31 日止未到期美元及歐元的遠期外匯契約分別為 81.86 億日圓及 39.55 億日圓。預購遠期外匯對風險規避之影響如下：



4. 轉投資事業之風險及對策

中電公司轉投資事業甚多，截至 2008 年 9 月 26 日止，由 28 家子公司以及 19 家關係企業合計 47 家所組成，主要分為四類：電力事業、情報通信事業、綜合能源供應事業及其他事業。其中情報通信事業包含資訊處理事業、通信事業和有線電視放送事業等；綜合能源供應事業包含發電、配電、瓦斯及天然氣供應事業等；其他事

業除包含石灰再利用、運輸物流、管線設備、倉儲、人力派送事業外，亦跨足安養照顧、環保等行業。由於電力事業為中電公司的核心業務，在選擇轉投資事業的行業，多以與核心業務相關，或有助於擴展和支援能源事業為主，並為降低跨業經營的不確定的風險，也避免參與不熟悉行業的經營。

(1)中電公司主要轉投資事業資本額及持股比率詳如下表：

As of March 31, 2008 2008年3月31日現在

Name of Company 会社名	Capital (Millions of yen) 資本金(百万円)	Chugoku Electric's Ownership(%) 議決権の所有割合(%)
Electric power 電気事業		
*2 Setouchi Joint Thermal Power Co.,Ltd. 瀬戸内共同火力㈱	5,000	50.0
Information and telecommunications 情報通信事業		
*1 Energia Communications,Inc. ㈱エネルギー・コミュニケーションズ	6,000	100.0
Comprehensive energy supply 総合エネルギー供給事業		
*1 Energia Solution & Service Company, Incorporated ㈱エネルギー・ソリューション・アンド・サービス	4,653	100.0
*2 MIZUSHIMA LNG COMPANY, LIMITED 水島エルエヌジー㈱	800	50.0
*2 MIZUSHIMA LNG SALES COMPANY, LIMITED 水島エルエヌジー販売㈱	175	40.0
Other その他の事業		
*2 CHUDENKO CORPORATION ㈱中電工	3,481	41.8

*1 Consolidated Subsidiaries Companies 連結子会社
*2 Affiliated Companies 持分法適用会社

(2)2007 年度轉投資事業營收情形如下表：

Billions of yen/10億円

For the year ended March 31, 2008 2007年度	Electric power 電気事業	Information and telecommunications 情報通信事業	Comprehensive energy supply 総合エネルギー 供給事業	Other その他の事業	Total 合計	Elimination 消去または全社	Consolidated 連結
Operating revenues							
売上高							
Outside Customers 外部顧客に対する売上高	1,013.5	18.4	26.8	49.4	1,108.3	—	1,108.3
Intersegment セグメント間の内部売上高 又は振替高	6.0	15.7	1.7	79.7	103.3	(103.3)	—
Total 計	1,019.6	34.2	28.5	129.2	1,211.6	(103.3)	1,108.3
Cost and expenses							
営業費用	941.2	32.5	29.7	123.6	1,127.2	(103.3)	1,023.9
Operating income 営業利益	78.3	1.6	△ 1.1	5.6	84.4	(0.0)	84.4
Identifiable assets 資産	2,498.0	68.6	20.7	225.8	2,813.3	(102.6)	2,710.6
Depreciation expense 減価償却費	130.5	8.2	2.5	4.0	145.3	(1.9)	143.3
Impairment of fixed assets 減損損失	—	—	0.0	—	0.0	0.2	0.3
Capital expenditures 資本的支出	185.3	8.7	2.5	4.0	200.8	(2.3)	198.4

中電公司為使轉投資事業之經營能達到自給自足，並且獲利能增加母公司的收益，對轉投資事業訂有明確目標，作為其努力的方向，及採行各項達成目標的措施，以強化企業經營體質及收益力。此外，對於轉投資事業之管理及董監事人員之選派也極為重視，原則上，人員之選派均由中電公司社長及會長遴選公司內有經驗、能力、操守、品德良好之人選擔任，子公司和關係企業的社長，也多由中電公司退休高級主管擔任，有助經營權之掌控，在廣島地區形成一個電力事業集團，對地區發展及政治運作均有相當大的影響力。

5. 保證之風險及對策

中電公司截至 2008 年 3 月 31 日止，因提供其他公司或員工貸款保證所承擔之或有負債 1,353 億日圓，其中大部份為燃料採購有關。中電公司對於員工貸款保證於相關制度訂出履行債務之各項規定，故對於員工不履約所造成之風險，可降低在最小範圍內。

(1) 員工貸款制度

A. 與金融機構合作之住宅貸款

由公司提供債務償還保證，員工從金融機構取得住宅貸款，貸款金額以 3,600 萬日圓為限，借款期限依員工年資的長短，最長可達 30 年，截至 2008 年 3 月底，貸款件數為 3,873 件，貸款總金額約 445 億日圓。

B. 互助會貸款

由公司的營運費用提撥和員工共同出資之互助會組織，提供員工不時之需的融資貸款，貸款金額：福利用款(含結婚、生病、生產、葬儀等)為 230 萬日圓、就學金為每年 240 萬日圓、電器化用款為 50 萬日圓，截至 2008 年 3 月底，貸款件數為 3,589 件，貸款總金額約 14 億日圓。

(2) 不履約風險之對策

A. 與金融機構合作之住宅貸款

當員工因破產等而發生無法履約時，因由公司提供債務償還保證，故金融機構即向公司代位求償。由於互助會共同保證，故由公司向互助會代位求償。互助會於取得求償權後，再向員工貸款時之連帶保證員工求償。

B. 互助會貸款

於互助會貸款，公司並未提供保證，故沒有風險，但當員工發生無法履約時，即向員工貸款時之連帶保證員工求償。

(四)研習心得與建議

由於此次觀摩行程僅安排兩天個別研習，雖經中電公司グループ經營推進部財務組的同仁針對上述議題解說，惟因時間短促未能進一步深入瞭解較實務面的作業以及分享該公司實際業務的經驗，實為可惜。謹就此行研習結果，提出心得及建議如下：

1. 中電公司面對石化燃料等能源價格的高漲、地球環保問題受到重視、自由化後電業經營競爭環境變化以及受大規模地震發生造成的影響等課題，訂定集團 5 年期經營發展計劃，3 個面向的努力目標：顧客需求面－提供低廉的電價和充足穩定的供電；股東權益面－創造持續和穩定的獲利；社會環境面－對當地社會環境的發展有所貢獻，以達到「安全」、「安心」、「信賴」的經營理念；並研訂集團經營目標值，作為公司同仁共用努力的指導原則與依據。

中電公司訂定之經營目標值

	目標項目	目標值
收益性	稅前利益	600 億日圓以上/年(2008~12 年度平均)
健全性	負債總額	2012 年度末約 16,000 億日圓
效率性	ROA	2012 年度 5%以上
成長性	電力需求量	35 億 kWh 以上(2008~12 年度合計)

相較於本公司的經營目標值，中電公司亦將財務面的績效納入考量。

本公司訂定之經營目標值

項目	單位	97 年目標值	98~107 年成長率
裝置容量	萬千瓦	3,961	4.2%
發購電量	億 度	2,147	3.5%
售 電 量	億 度	1,990	3.5%
停電時間	分/戶年	< 23	-7.1%

2. 中電公司為強化財務體質，除提高營收以盈餘充實自有資本外，對於固定資產投資則儘量以自有資金支應，以減緩負債的成長，達到改善財務逐漸轉弱的目的。對於因燃料上漲導致營運成本上升的外部影響因素，以透過「燃料費用調整機制」於電價上反映，來降低對營收之影響。本公司為改善日趨惡化的財務狀況，亦應繼續爭取建立適時反映燃料費用的電價調整機制。
3. 對於利率、匯率變動風險之控管，中電公司的長期債務大部份採用固定利率計息，或將浮動利率計息透過 IRS 轉為固定利率計息，期能有效鎖住資金成本，並降低現金流量因利率變動造成的流動性風險。至於匯率變動風險則採取預購遠期外匯的方式避險，本公司目前也朝這個方向努力。
4. 中電公司在轉投資事業上，雖採行多角化經營，但仍集中在電力事業相關產業上經營，對核心事業有相輔相成的加分作用，本公司目前轉投資事業應該還有發展的空間。

五、輸電系統規劃與智慧型電網－林啓明

(一)研習目的

本公司陳報國營會轉陳行政院審核中之第七輪變電計畫(99~104 年)，與過去之計畫(六輪以前)除規劃階段即展開溝通工作及請求政府協助事項隨文報部外，另具兩大特色，一為依據行政院經濟建設委員會「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，另一則為電網智慧型化規劃。前者因首次辦理，國外亦缺乏類似整體計畫已獲得共識之經濟效益評估方法與實例等資料可參考，乃委外研究辦理，而研究方法及引用 20 年前調查研究之缺電成本資料，國內學界尚有意見無法取得共識。另智慧型電網為近年來先進電業發展之趨勢，七輪計畫開始逐步構建智慧型電網，首先依系統需求，計畫引進靜態型無效電力補償設備(SVC)、靜態型同步無效電力補償設備(STATCOM)，並擴大推廣多相復閉技術、特殊保護系統(SPS)等可隨系統變化自動調整運轉電壓、強化系統穩定度、預防大規模連鎖停電事故，提昇供電可靠度等元件。這些分析方法或設備實際運用資料為本公司急於收集及探討之課題，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。

(二)研習項目

- 1.原提給中電之觀摩項目計兩大要項，共 6 個子項目整理如表 4-5~1：

表 4-5~1 原提觀摩主題與項目

觀 摩 主 題 (請簡明扼要)	輸電系統規劃與智慧型電網
觀 摩 項 目 (請具體條列)	1. 輸變電計畫投資效益之評估模式與方法。 2. 智慧型電網之發展情形，例如： (1)Condition Monitoring System (2)靜態型無效電力補償設備(SVC) (3)靜態型同步無效電力補償設備(STATCOM) (4)多相復閉技術應用 (5)特殊保護系統(SPS)

2. 中電安排之觀摩計畫

中電安排之觀摩研習項目，第一天(9/25 星期四)在總社大樓 8 樓西應接會議室討論四個題目，第二天(9/26 星期五)先參訪位於總社大樓 14 樓之中央通信所，然後外出現場參觀廣島制御所(類似本公司 ADCC)、五日市南配電變電所及廣島中央變電所，詳如表 4-5~2，與表 4-5~1 比較，可發現原提第 2 觀摩項目智慧型電網之發展情形第(1) Condition Monitoring System 及第(3) 靜態型同步無效電力補償設備(STATCOM)二個子項目中電未安排而是以監視制御系統概要機能及現場見學代替。

表 4-5~2 中電安排之觀摩計畫

個別觀察計畫表

受入箇所 流通事業本部 (計画)

担当者名 松永 信也

台湾電力一般觀察団 林 啟明 先生

月 日 (曜日)	内 容 [項目・事業場名等を簡潔に記入してください]	場 所	対応事業本部・部門	対応者氏名
9/25 (木)	(AM) ○系統計画の概要 ○自動式 SVC の概要，系統安定化装置の概要 (PM) ○再閉路方式の概要と適用送電線 ○監視制御システムの概要・機能	本社 8 F 西応接会議室	流通事業本部 (計画担当) (系統技術担当) (系統保護担当) (制御システム担当)	高見 MG 松永副長 藤原係長 馬庭副長 小林係長 相木副長
9/26 (金)	設備見学 (AM) ○中央通信所，広島制御所→(その後流技センターへ移動) (PM) ○五日市南 (変) 設備見学 (13 時頃～の予定) ○広島中央 (変) 設備見学 (15 時頃～の予定)	中通 広島 (制) 五日市南 (変) 広島中央 (変)	流通事業本部 (計画担当) (見学設備主管箇所)	松永副長 藤原係長

(三) 研習內容摘要

二天個別觀摩中電安排為 8 個行程第 1 天在中電本社大樓內進行四項題目之討論，第 2 天先到總社大樓內之中央通訊所參觀後搭計程車到廣島制御所、五日市南變電所及廣島中央變電所現場參觀。每天行程由早上 9：30~下午 4：30 分扣除午餐時間

每個項目所分配到的時間有限且需透過翻譯故討論時間不能很充分。觀摩經過及研習摘要如下：

1. 觀摩項目一：系統計畫概要（輸變電計畫投資效益之評估模式與方法）

(1) 時間地點：9 月 25 日上午中國電力本社 8 樓西應接會議室

(2) 中電參與單位與人員：

流通事業本部，計畫担当。

高見佳宏經理

松永信也副長

藤原一範專任係長(簡報者)

(3) 研習摘要：

A. 投資效益之評估模式：

中電對於個別單一工程做交替方案分析比較主要以投資總額加計營運期間費用(考慮折舊、年利率、運維費等)選擇經濟方案，並無作整體計畫之淨現值(NPV)、內部報酬率(IRR)、益本比(B/C)。舉一配電擴充工程方案例如下：

A 案：先增設 110/6/22kV 配變變壓器(Tr)一組並增設 6kV 配電線 3 回線，5 年後再增設 6kV 配電線 1 回線。

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

兩案工程投資費用及經濟評估參數如表 4-5~3。

(A) A 案經費評估：

初期改善工程年投資費用：

$$A_1 = 130 \times 10\% + 250 \times 15\% = 50.5$$

累計 20 年費用(折合現值)

$$SA_1 = 50.5 \sum_{x=1}^{20} \frac{1}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^x} = 686$$

5 年後改善工程年投資費用：

$$A_2 = 100 \times 15\% = 15$$

累計 20 年費用(折合現值)

$$SA_2 = 15 \sum_{x=6}^{20} \frac{1}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^x} = 137$$

A 案總費用：SA=SA1+SA2=823

(B)B 案經費評估

初期改善工程年投資費用：

$$B_1 = 280 \times 10\% + 5 \times 15\% = 28.75$$

累計 20 年費用(折合現值)

$$SB_1 = 28.75 \sum_{x=1}^{20} \frac{1}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^x} = 390$$

5 年後改善工程年投資費用：

$$B_2 = 120 \times 10\% + 100 \times 15\% = 27$$

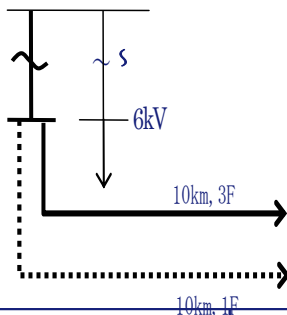
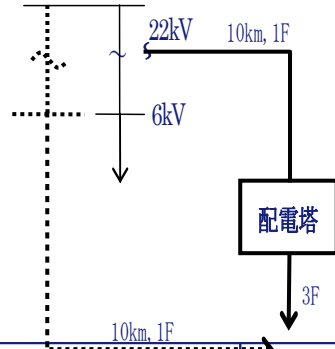
累計 20 年費用(折合現值)

$$SB_2 = 27 \sum_{x=6}^{20} \frac{1}{\left(1 + \frac{4}{100}\right)^x} = 247$$

B 案總費用：SB=SB1+SB2=637

本改善工程如只考慮工程投資費用，A 案約 480 單位，B 案為 505 單位，乍看似 A 案較經濟，但如納入 20 年營運期之年利率、資金成本率、折舊、運維費等則 A 案為 823 單位，B 案為 637 單位，B 案反而可節省 186 單位，本改善工程經濟比較結果採用 B 案。

表 4-5~3 擴充工程投資費用及經濟評估參數

	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					

B. 缺電成本調査與研究

中電說明因其為互聯系統與鄰界之電力公司均有連絡線可以互相支援，沒有電源不足問題，未曾做過缺電成本調查與研究，但近來日本學界提出應做互聯線路之缺電成本研究之想法，惟中電目前仍無計畫，至於日本其他電力公司是否已進行則不清楚。

C. 輸變電工程抗爭相關問題

中電輸變電工程一般建設工期約3年，工程前會先溝通說明，施工期間也有民眾抗爭事件，但經再次溝通說明後大都可解決，因此延誤而造成系統供電瓶頸未發生過。

2. 觀摩項目二：自勵式 SVC 概要(靜態型無效電力補償設備)、系統安定化裝置概要
(特殊保護系統)

(1)時間地點：9 月 25 日上午中國電力本社 8 樓西應接會議室

(2)中電參與單位與人員：

流通事業本部，系統技術担当。

馬庭修 副長

(3)研習摘要：

A. 靜態型無效電力補償設備(SVC)

中電目前為止全系統只裝設一組改善電壓閃爍用之靜態型無效電力補償設備(SVC)，裝設在引接鋼鐵用戶集中之變電所 110kV 側，容量為 94.5MVAR(110kV/63kV 31.5MVAR*3)，該設備係因居民抱怨電力品質不佳，經量測 ΔV_{10} 超過 0.45%，由中電檢討裝設，裝設後沒有用戶再抱怨情形，問題圓滿解決。中電迄目前為止沒有再裝設 SVC 之計畫。

B. 特殊保護系統(SPS)

中電之 500KV 環路輸電系統，由西往東傳送電力隨著用電需求成長逐漸增加，有可能因同鐵塔 500KV 兩回線事故，而導致西邊與東邊系統失去同步，造成廣泛區域的大停電，因此將基幹系統(220kV 以上系統)分成七個控制範圍，分別與日本東芝(4 套)、三菱(2 套)及日立(1 套)共同開發能於線上快速計算系統不安定(如暫態穩定、過載、電壓等)的設備，以掌控系統的改變及避免系統失去同步之基幹系統穩定控制器-SSC(System Stabilizing Controller)，當事故時使系統維持運轉，即為俗稱之特殊保護系統(SPS)。因本公司第 36 屆觀摩團曾以此為觀摩主題，當時中電已將該套設備之基本功能、架構、特點、發展經過、系統模擬等提供本公司參考，第 36 屆觀摩研習報告有詳細之分析說明。本次請其提供實際運轉實績，惟中電告知該等設備未曾實際動作過。從中電資料可以看出該設備主要因應系統遭遇超過規劃準則事故時之系統穩定而設。

3. 觀摩項目三：再閉路方式概要-適用送電線(多相復閉操作)

(1)時間地點：9 月 25 日下午中國電力本社 8 樓西應接會議室

(2)中電參與單位與人員：

流通事業本部，系統保護担当。

小林弘和

(3)研習摘要：

A. 多相復閉方式的優點

(1)提昇互聯系統供電可靠度(2)確保系統暫態穩定度(3)事故時健全線路、機器設備過載迅速恢復(4)系統恢復快速(5)縮短用戶電時間等優點，中電基幹系統(220 kV 以上)採用採用多相復閉，110 kV 系統採用 3 向高速復閉。

B. 中電多相復閉方式

依系統的重要性、主保護方式的故障相判別性能及再閉路的目的等分為高速度(單相、多相、3 相，1 秒以內)、中速度(3 相，1~10 秒)及低速度(3 相，10 秒以上)三種方式。參照電壓階級、中性點接地方式、聯絡線(Inter-Tie Line)、火力核能電廠電源線、負載線等區分，考量系統構成、對發電機之影響、穩定度之影響等分成四種多相復閉方式如下：

(A)高速多相(含高速單相)+中速 3 相復閉方式如表 4-5~4。

(B)高速單相+中速 3 相復閉方式如表 4-5~5。

(C)高速單相+高速 3 相復閉方式如表 4-5~6。

(D)高速 3 相(中速 3 相)復閉方式如表 4-5~7。

高速、中速之無電壓時間依電壓等級之標準如表 4-5~8。

C. 500 kV 系統無電壓時間

500 kV 系統無電壓時間依據線路長度分為 75km 及 150KM 二種，詳表 4-5~9。平成 13 年中國電力 500kV 中幹線發生系統惟一一次之復閉失敗，經檢討該設備裝於兩端距離超過 150 KM (153)之線路，因採用中電所定 150 公里以內之無電壓時間 50 週波標準設定，致再閉路失敗，後經檢討分析將無電壓時間改為 75 週波設定。

D. 中電基幹系統採用多相復閉原則

中電基幹系統除全線電纜之線路外，不論線路是架空或架空與電纜混和(含 T 接)皆採用，其在電纜兩端裝設電纜區間事故檢出裝置，只要檢測出事故點發生在電纜區間，自動復閉裝置將閉鎖而不執行復閉，由人工檢查確認

電纜無事故或事故排除後再復電。如檢測出事故點發生在架空線區段則執行自動復閉。

表 4-5~4 高速多相(含高速單相)+中速 3 相復閉方式

a. 高速多相(高速單相含)+中速 3 相再閉路

[直接接地系 各相電流差動]

第4-1表

回線数	事故相数	事故内容	事故様相	4 3 R C	
				[1]	[M]
1 回線	1	1 L G	● ○ ○	○	○
	2	2 L G	● ● ○	×	×
2 回線	1	1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...○ ○ ○	○ —	○ —
		1 L...1 L G 2 L...1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...● ○ ○	○ ○	○ ○
	2	2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ○ ○	×	○ —
		1 L...1 L G 2 L...1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...○ ● ○	○ ○	○ ○
		1 L...2 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ○ 2 L...● ○ ○	×	○ ○
		1 L...2 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...● ● ○	×	×
	3	3 L G	1 L...● ● ● 2 L...○ ○ ○	×	△ —
		1 L...2 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ○ ●	×	△ ○
		1 L...3 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ● 2 L...● ○ ○	×	△ ○
		1 L...2 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ● ●	×	×
		1 L...3 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ● 2 L...● ● ○	×	×

●...事故相
△...中速再閉路
○...高速再閉路
×...最終遮断

※高速再閉路無電圧時間の一定時間内に追いかけて事故が発生した場合は同一事故として扱い、無電圧時間を取り直す。

また、高速再閉路の再閉路無電圧時間中の一定時間を超えて自回線の事故相以外に追いかけて事故が発生した場合は、中速再閉路とする。

表 4-5~5 高速単相+中速 3 相復閉方式

b. 高速単相+中速 3 相再閉路

〔直接接地系 各相電流差動〕

第4-2表

回線数	事故相数	事故内容	事故様相	4 3 R C	
				[1]	[1+3]
1 回線	1	1 L G	● ○ ○	○	○
	2	2 L G	● ● ○	×	×
2 回線	1	1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...○ ○ ○	○ —	○ —
		1 L...1 L G 2 L...1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...● ○ ○	○ ○	○ ○
	2	2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ○ ○	× —	△ —
		1 L...1 L G 2 L...1 L G	1 L...● ○ ○ 2 L...○ ● ○	○ ○	○ ○
		1 L...2 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ○ 2 L...● ○ ○	× ○	△ ○
		1 L...2 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...● ● ○	× ×	× ×
	3	3 L G	1 L...● ● ● 2 L...○ ○ ○	× —	△ —
		1 L...2 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ○ ●	× ×	× ×
		1 L...3 L G 2 L...1 L G	1 L...● ● ● 2 L...● ○ ○	× ×	× ×
		1 L...2 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ○ 2 L...○ ● ●	× ×	× ×
		1 L...3 L G 2 L...2 L G	1 L...● ● ● 2 L...● ● ○	× ×	× ×

●...事故相
△...中速再閉
○...高速再閉
×...最終遮断

表 4-5~6 高速単相+高速 3 相復閉方式

c. 高速単相+高速 3 相再閉路

[直接接地系 方向比較]

第4-3表

回線数	事故相数	事故内容	事故様相	4 3 RC	
				[1]	[1+3]
1 回線	1	1 LG	● ○ ○	○	○
	2	2 LG	● ● ○	×	×
2 回線	1	1 LG	1 L...● ○ ○	○	○
			2 L...○ ○ ○	—	—
		1 L...1 LG 2 L...1 LG	1 L...● ○ ○	○	○
			2 L...● ○ ○	○	○
	2	2 LG	1 L...● ● ○	×	○
			2 L...○ ○ ○	—	—
		1 L...1 LG 2 L...1 LG	1 L...● ○ ○	×	×
			2 L...○ ● ○	×	×
		1 L...2 LG 2 L...1 LG	1 L...● ● ○	×	×
			2 L...● ○ ○	×	×
		1 L...2 LG 2 L...2 LG	1 L...● ● ○	×	×
			2 L...● ● ○	×	×
	3	3 LG	1 L...● ● ●	×	○
			2 L...○ ○ ○	—	—
		1 L...2 LG 2 L...1 LG	1 L...● ● ○	×	×
			2 L...○ ○ ●	×	×
		1 L...3 LG 2 L...1 LG	1 L...● ● ●	×	×
			2 L...● ○ ○	×	×
		1 L...2 LG 2 L...2 LG	1 L...● ● ○	×	×
			2 L...○ ● ●	×	×
		1 L...3 LG 2 L...2 LG	1 L...● ● ●	×	×
			2 L...● ● ○	×	×

●...事故相
○...高速再閉路
×...最終遮断

※同名相 1 LG 以外のまたがり故障は，DC r の場合，原理的に故障相のみを遮断できないため最終遮断となる。

表 4-5~7 高速 3 相(中速 3 相)復閉方式

d. 高速 3 相 (中速 3 相) 再閉路

[抵抗接地系 方向比較, 電流差動]

第4-4表

回線数	事故相数	事故内容	事故様相	4 3 RC
				「使用」
1 回線	1	1 LG	●○○	×
	2	2 LG	●●○	×
2 回線	1	1 LG	1 L…●○○ 2 L…○○○	○ (△) —
		1 L…1 LG 2 L…1 LG	1 L…●○○ 2 L…●○○	×
	2	2 LG	1 L…●●○ 2 L…○○○	○ (△) —
		1 L…1 LG 2 L…1 LG	1 L…●○○ 2 L…○●○	×
		1 L…2 LG 2 L…1 LG	1 L…●●○ 2 L…●○○	×
		1 L…2 LG 2 L…2 LG	1 L…●●○ 2 L…●●○	×
	3	3 LG	1 L…●●● 2 L…○○○	○ (△) —
		1 L…2 LG 2 L…1 LG	1 L…●●○ 2 L…○○●	×
		1 L…3 LG 2 L…1 LG	1 L…●●● 2 L…●○○	×
		1 L…2 LG 2 L…2 LG	1 L…●●○ 2 L…○●●	×
		1 L…3 LG 2 L…2 LG	1 L…●●● 2 L…●●○	×

●…事故相
△…中速再閉路
○…高速再閉路
×…最終遮断

※回線単位で遮断, 投入を行うためにまたがり故障の場合はすべて最終遮断となる。

表 4-5-8 高速多相復閉方式無電圧時間標準

再閉路種別		500kV	220kV	110kV
高 速 度	多 相	8 4 0 ms	4 2 0 ms	—
	単 相	8 4 0 ms	4 2 0 ms	—
	3 相	—	3 5 0 ms	3 5 0 ms

直接接地系の長距離送電線等でアーク消滅時間と絶縁回復時間が長い場合は再閉路時間を個別に検討する。

(2) 中速 3 相再閉路

- a. 火力・原子力電源線
 - 変電所側 5～6秒
 - 発電所側 7秒
- b. その他の送電線
 - 5秒

(注) 過渡安定度などの理由により無電圧時間の変更が必要な場合はその都度決定する。

表 4-5-9 中電 500 kV 系統無電圧時間

500kV系統の無電圧時間(モデル系統における検討結果)

再閉路方式	75km	150km
1回線3相	30～35サイクル	30～35サイクル
1回線単相	30～35サイクル	40～45サイクル
2回線多相	35～40サイクル	50～55サイクル

整定基準: 500kVで50サイクル(840ms)

<参考>

H13年500kV中国中幹線(153km)は残留イオンにより再閉路失敗→無電圧時間を75サイクルに整定変更

4. 觀摩項目四：監視制御系統概要、機能

(1)時間地點：9月25日下午中國電力本社8樓西應接會議室

(2)中電參與單位與人員：

流通事業本部，制御系統担当。

相木泰治副長

田中 信(簡報者)

(3)研習摘要：

A. 中電系統運轉監視控制

分成三個階層，由1個中央給電指令所(設立在廣島縣總社大樓類似本公司中央調度中心)負責500kV系統運轉、供給、需求運用及廣域運用，1個基幹給電制御所(設立在岡山縣)負責220kV系統運轉、9個無人500kV變電所之監視、控制，該控制中心與中央給電指令所互為BACK-UP，11個制御所(類似本公司區域調度中心)負責110kV系統運轉、220kV以下變電所之監視、控制。另有30個中繼制御所。中央給電、基幹給電及11個制御所為有人之控制中心其餘則已無人化。

B. 監視控制系統業務

中電在系統運用組織(類似本公司電力調度處)裡成立控制系統部門負責監視控制系統業務，本主題主要在介紹運轉調度人員的業務、監視控制系統的機能、畫面構成(系統Microc畫面、輸電線監視畫面、變電所監視畫面、機器、故障情報監視畫面)、個別業務及必要的機能。

C. 其他

討論過程中，發現中電會議室掛有2008年最新之中電與九州、關西、四國等互連系統基幹系統連接圖，向其索取一份參考，經其請示上級長官告知因含有日本其他電力公司之資料不方便提供。顯示其對智慧財產保護之謹慎。另中電發現提供的資料尚有兩個超高壓變電所標示為有人化(今年起已全部無人化)，馬上拿去辦公室更新抽換成新的資料，其工作效能令人感佩。

5. 觀摩項目五：參訪中央通信所

(1)時間地點：9月26日上午中國電力本社14樓中央通信所

(2)中電參與單位與人員：

情報通信部門 中央通信所

三島正志 所長

陶山正治 副長

東 孝生(簡報者)

流通事業本部，計畫担当。

松永信也副長

藤原一範專任係長

(3)研習摘要：

A. 中央通信所設備概要

該所主要設備有通信網運用管理系統、微波無線機數位多重端局裝置、WDM(光波長多重裝置)、業務用交換機、光 IDF、IP 網裝置、無停電電源裝置等。

B. 中電主要通訊媒介

分為三種：

(A)衛星通信：本社與支社

(B)微波系統：本社與支社、支社與變電所、變電所與各種電廠、變電所與制御所、制御所與電力所(類似本公司供電區營運處)。

C. 光纖系統：

各種電廠與變電所採用輸電線附掛之 OPGW，變電所與制御所、制御所與電力所、變電所與營業所、營業所與本社、本社與電力所採用配電線附掛光纜。

另外電力所與營業所配置有移動式無線通信。

6. 觀摩項目六：參訪廣島制御所

(1)時間地點：9 月 26 日上午廣島市廣島制御所

(2)中電參與單位與人員：

廣島電力所 廣島制御所

中川貴雄 所長

北條 進 副長

流通事業本部，計畫担当。

松永信也副長

藤原一範專任係長



(3)研習摘要：

A. 廣島制御所概要

該控制中心負責 220kV 以下系統之運轉調度，範圍含括 5 個電廠，58 個變電所。

B. 系統運轉電壓

從監視螢幕發現電壓均超過 1PU 運轉，513~515kV(500kV 系統)、226~227kV(220kV 系統)及 110~111kV(110kV 系統)，經詢運轉人員，告知爲了錢，因爲高電壓運轉可以減少線路損失節省發電成本。

C. 電壓控制對策

從監視螢幕發現該控制中心所轄幾個供應廣島市之變電所裝設不少並聯電抗器及靜電電容器組(中電稱爲調相設備)分別裝在 500kV 及 220kV 變壓器三次側、110kV 開閉所匯流排側等，運轉人員告知因廣島市有 220kV 及 110kV 地下電纜及配電系統地下化較多，充電電容量大，系統輕載時需投入電抗器控制運轉電壓。

7. 觀摩項目七：參訪廣島制御所

(1)時間地點：9 月 26 日下午五日市南變電所

(2)中電參與單位與人員：

流通事業本部

變電担当

佐佐木 操 副長

流通事業本部

工務品質、安全担当

三宅 功 專任課長

流通技術中心

送電工事課

村上 丈八課長

變電工事課

沖 祥一課長

註：本行程，中電安排與另一位來自輸工處研習「輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統」之團員共同現場觀摩，故參與人員較多。

(3)研習摘要：

A.五日市南變電所概要

五日市為廣島市邊垂之新開發區，該變電所規劃供應該新興區域及鄰近地區之用電需求，最終配置 110kV/6kV/22kV Y-Y-Y- Δ 30/25/15MVA 變壓器 2 台、6kV 配電線 14 饋線、22 kV 配電線 8 饋線，系統單線圖如圖 4-5~1。初期裝設 30/25/15MVA 變壓器 1 台、6kV 配電線 4 饋線由 110kV 單回線受電，系統單線圖如圖 4-5~2，為無人化屋外型變電所，開關設備採用屋外型 GIS，用地呈長方形面積約 $(20*60)1200\text{mm}^2$ ，僅一側臨路。該變電所未規劃 SC，現場亦未預留裝設空間，經了解中電類似變電所均如此規劃。

B.變電所 110kV 電纜佈設方式

該變電所接近變電所端有一段約 200 公尺之 110kV 電纜，並非沿既設道路鋪設而是向市政府申請同意後取捷徑直接穿越目前尚未使用之市政府所有地（將來為高速公路交流道用地），節省電纜投資。

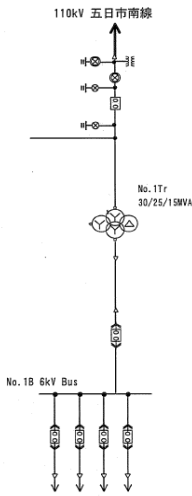
項 目	基本的な考え方	理 由・その他
(6) 単線結線図 (新設時)		別紙 ー 3 五日市南(変)単線結線図参照 変電所結線設計指針による

圖 4-5~1 中電五日市南變電所初期系統單線圖

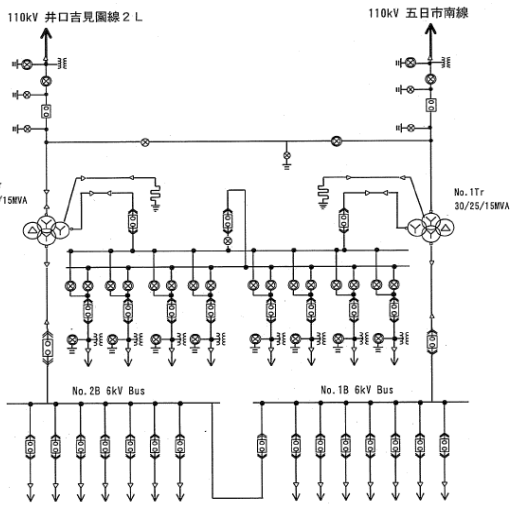
項 目	基本的な考え方	理 由・その他
(6) 単線結線図 (新設時)		別紙 ー 3 五日市南(変)単線結線図参照 変電所結線設計指針による

圖 4-5~2 中電五日市南變電所終期系統單線圖

8. 觀摩項目八：參訪廣島中央變電所

(1)時間地點：9 月 26 日下午廣島中央變電所

(2)中電參與單位與人員：

流通事業本部

變電担当

佐佐木 操 副長

流通事業本部

工務品質、安全担当

三宅 功 專任課長

註：本行程，中電安排與另二位團員共同現場觀摩，一位來自輸工處研習「輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統」，另一位則為來自資訊系統處研習「資訊網路應用、服務品質(QoS)與資訊安全相關議題」。因到達現場時間較預定時間已有延誤，限於時間，未與介紹該變電所人員交換名片。簡報由兩位人員輪流，首先介紹該變電所之輸電系統再換人介紹變電設備，介紹輸電系統人員曾來台灣參與本公司高雄市鎮北~中島 161kV 地下電纜穿越高雄港工程之建造，其擔任該工程分包商日本地埼公司之顧問，該工程獲得國家金質獎。

(3)研習摘要：

A.廣島中央變電所概要

該變電所為多目標使用地下變電所，地上為廣島營業所，地下則為 220/110kV 變電所。規劃 220kV 輸電線 4 回線、110kV 輸電線 6~8 回線、300MVA 變壓器 4 組，初期裝設 220kV 輸電線 2 回線 110kV 輸電線 4 回線、300MVA 變壓器 2 組。採用圓柱形結構直徑 47 公尺、深度 29 公尺，圓柱形結構抗天然災害地震等所造成之破壞力較強。分成 4 層，噸位最重的變壓器、電抗器置於最底層、第三層為 GIS、第二層為電纜整理室、第一層則為控制盤等。中電人員告知共有 9 個地下變電所。

B.220kV 地下電纜佈設方式

簡報人員特別說明引接該變電所之 220kV 地下電纜約 13.2 公里，其中 1.2 公里只有中電使用由其自行埋設，12 公里則與自來水、瓦斯、電信等管路共用，由政府出面辦理共同管溝，中電按使用比例付費。

(四)研習心得與建議

1. 中電對單項輸變電工程之新增設計畫，尤其配電工程(110kV 以下)均擬定交替方案進行經濟效益評估，除考慮工程投資費用外亦考慮營運期間之費用，其效益評估

項目只有淨現值之總費用一項。並無集中當年度所有工程或多項工程作為一個計畫來做經濟效益評估。並無類似本公司集 4~6 年之數百項工程為一完整計畫，遵照政府規定之經濟效益評估項目(淨現值、內部報酬率、益本比)來做。主要其為私部門，這種作法單純、簡單、可以自己做、決策階層容易了解下決策。本公司對於特殊目的之單項輸變電計畫工程已如此辦理如七輪之台澎海纜，先做交替方案評估，選擇效益最佳之方案列入輸變電計畫。

關於缺電成本，中電說明，日本各電力公司網路互連可以互相支援，因電源不足限電造成產業損失之機會很小，故未曾做過這方面之研究調查，但曾有學者提議日本應做互聯線路之缺電成本研究，中電目前尚無計畫。我國在 1990 年曾做過「台灣產業缺電成本之研究」，市場調查結果之耗能產業缺電成本中位數為 50.2 元/度，七輪計畫經濟效益評估加以引用但取較保守原則 50 元/度為分析基礎，審查過程中學者專家認為引用近 20 年前之資料已不足以反應現代社會較不具說服力，且最好有國外資料參考。已提出委託研究案請綜研所辦理委外研究。

2. 對於智慧型電網提高供電可靠度部份之技術與設備如 SVC、特殊保護系統、多相復閉，中電已行之有年，其中特殊保護系統，已於 92 年第 36 屆觀摩團提供本公司從基本功能、架構、特點、發展經過、系統模擬等整套完整之資料，有益於本公司正積極推動之該項設備建置之參考。有關於多相復閉技術中電針對其系統組成與特性參照電壓階級、中性點接地方式、聯絡線(Inter-Tie Line)、火力核能電廠電源線、負載線等區分考量對發電機之影響、穩定度之影響等，訂定適合達成不同復閉目的之標準，其採用健全 2 相多相復閉原則，較本公司目前使用於大潭電廠~龍潭超高壓變電所試用及七輪計畫擬擴大於新增電廠電源線之健全 3 相多相復閉方式更先進、複雜，更能提升供電可靠度，值得本公司參考。中電對於超長輸電線復閉曾有失敗之案例，對於類此線路之時間設定需個案特別考量，本公司對於長距離線路之多相復閉宜多加注意。另對於非全線段地下電纜之架空與電纜混合輸電線之多相復閉，中電在電纜區間裝設事故檢出裝置後亦採用，本公司迄今尚不敢嘗試使用。俟本公司目前採用健全 3 相多相復閉技術成熟以後，如欲進一步邁向健全 2 相多相復閉或架空電纜混合線路亦採用，中電為一值得諮詢或參考之管道。

3. 從中電五日市南變電所之規劃，有幾點感想：

- (1)中電為私部門，初期(4 饋線)可採單回線單主變運轉方式，以節省投資費用但可能犧牲供電可靠度。本公司為公部門，部分邊遠地區採單回線或單主變運轉但為了提升供電可靠度，不計成本改成雙回線及雙主變運轉，思維邏輯完全不同。
- (2)中電在位處新的開發區邊緣可設置屋外式變電所及地下輸電線不沿道路敷設而是採捷徑由政府土地地下穿越之方式，可大幅節省投資費用。這在本公司現行環境是不可行的，但本公司民營化以後或可參照辦理。
- (3)中電在地下化較多之廣島市新設置配電變電所，其二次側不裝設靜電電容器組(S.C)亦不留裝設空間來節省成本，與本公司系統地下電纜佔比高，系統無效電力過剩，需裝設大量電抗器來控制離峰系統電壓偏高問題，但每一配電變電所採標準設計每台變壓器配置 3~9MVAR 靜電電容器組二組，如初期不裝設預留空間之作法不同。
4. 中電平常運轉電壓維持在大於 1.0PU 來降低線路損失節省燃料成本之運轉模式與本公司運轉策略相同。
5. 日本由政府出面整合並負責共同管溝供電力線、瓦斯、自來水等公用事業使用，使用單位負擔費用之作法，除可發揮綜效節省費用外可避免道路重複申挖帶來居民生活上的不便，政府應參考推廣。
6. 參訪日本期間幾件值得提出並供國人深思的事：
- (1)參訪日本景點宮島神社時中電陪同人員特別提出僅觀光區域內觀光客多之區域配電線才下地，其餘則維持架空線。
- (2)晚上逛廣島(中國電力)、大阪市(關西電力)等市區，較繁榮之地段配電線才下地，緊鄰這些區段之道路則電桿林立，嘗試問中電人員為什麼不下地，得到要花很多錢，公司不會做也沒有必要。
- (3)觀察廣島、京都、大阪等都會區內可看見的鐵塔比我國都會區可看到的多，再從日本電力公司之電力系統了解地下化輸電線地下化佔比不高。
- 參照歐洲國際高壓大電力會議 CIGRE 工作小組 WG B1.07 調查統計報告，至 95 年底，全世界主要電力公司各電壓層級採用電纜的佔比 315kV-500kV 電壓等級，電纜僅佔 0.5%；220kV-314kV 電壓等級，電纜僅佔 1.7%；110kV-219kV 電壓等級，電纜僅佔 2.9%；50kV-109kV 電壓等級，電纜僅佔 6.7%，日本全國 220kV~314kV

等級佔比約 6.5%。

本公司迄 96 年底 69kV~345kV 輸電線電纜暫比約 16.4%，所採用之電纜數量比世界其他各國來的高。目前系統已出現局部地區輕載時電壓過高需裝設大量電抗器來抑制，如繼續擴大電纜比例面臨系統運轉安全之問題。

最近我國 26 位國會議員連署提案要求本公司輸電線全面地下化、變電所地下化。地下電纜固然對環境景觀帶來正面影響但投資金額龐大且須投入額外之抑制設備。日本天然環境與我國相似，國民所得、生活水平等比我國高，平均電價接近我國之 2 倍(中電 2007/4~2008/3 4.24NT\$、本公司 96 年 2.18NT\$)但全國百姓對電力設施(鄰避設施)之接受度、政府對電力設施之支持度比我國來得高很多，值得我國百姓及政府深思。

7.個人個別觀摩部份中電安排一天的交流討論(9：30am~16：30pm)，一天則為現場參觀訪問，而討論的形式均需透過中電聘請之翻譯人員，當初在不知情下，為想了解中電之實務經驗，因此選定與現職工作急迫課題有關之兩觀摩主題每個主題各有子題計 6 個題目，中電雖未照單全收但也安排了 5 個題目討論，如此情形下，每個題目分配到的時間非常有限，尤其日方備有簡報部分，簡報結束已無時間做充分討論，需馬上進到下個題目，才不會耽誤到既定行程，在匆匆忙忙無充裕時間討論之下，造成意猶未盡之憾。鑑於日方之書面資料均為日文且未事先提供，無法於行前事先準備，欲有充裕時間進行深入且廣泛之討論，個別觀摩主題越少成效越佳，僅提供未來觀摩團員參考。

8.從下列幾件事可以看出中電的經營理念、員工對公司的忠誠、敬業與樂業的精神、工作效能等值得本公司學習：

(1)9 月 29 日薔蜜颱風侵台從日本的電視看到台北行人遭強風吹倒在地、電桿倒塌等畫面，隔天一早中電到旅館接送團員之人員，在本團團員到齊出發前垂詢本公司受損情形，每個團員家裡情形，有沒有打電話回家？叮呤一定要打電話回家。該颱風有轉向日本的可能，其特別留意走向，告訴我們對廣島、大阪應無影響，我們返台行程不會受到影響。

(2)在廣島期間有一個晚上，晚餐後步行回旅館途中，發現中電大樓仍然燈火通明，陪同人員告知工作同仁仍在加班，次日晚上亦是如此，經了解中電員工責任心重對自己工作負責，工作告一段落才休息，其責任心、工作態度令人感佩。

(3)研討過程中，中電人員發現所準備及提供資料尚未更新，馬上拿回去更正並抽換提供給我們的資料，其工作效能值得學習。

(4)團體觀摩及日本文化古蹟參訪之交通，因距離較遠中電以包中型遊覽車方式，個人觀摩之現場參訪及晚宴交通，均在廣島或大阪市區內，距離較短則以叫計程車方式，並非包車而是到達現場以後讓車子離開等到結束後另外再叫，因為日本交通發達且聯絡工作確實，不會讓客人感到不便，可看出其節省經營費用之用心值得參考。

(5)中電在國際化石燃料及原物料飆漲下，雖有電價調漲機制，但半年才反應一次(三個月檢討電價調整，檢討後三個月調整電價)，緩不濟急，預估2008/4~2009/3 年度將虧損，中電面對京都議定書 CO₂ 排放量管制、自由化競爭等不利經營環境，未來經營對策如發展核能(2011 擴充一部機、2015 新設電廠一部機、2018 年擴充第二部機)、擴大煤炭、LNG、蒸氣等販售、煤灰有效利用，精簡人員(目前 10081 預定 3~5 年後 9500)、維護費用 2008 年以後 10 年每年維持在 860 億圓(2006 約 900 億、2007 約 821 億)等。另日本 10 家電力公司擬聯合起來向政府爭取縮短電價調整時間之可行性，中電冀望在上述努力下能轉虧為盈，確保公司之永續經營。本公司在國際化石燃料及原物料飆漲下已經連續三年虧損且逐年擴大，雖電價於今年獲得政府核准調漲但無法足額調整，仍呈大幅虧損，向政府爭取建立浮動電價調整機制，一直是公司努力的課題，建議公司注意日本這方面之資訊向政府爭取最有利之浮動電價調整方式，確保公司永續經營。

9.個人觀摩時看到中電流通事業部辦公室人員很多，辦公場所完全開放沒有隔間有點擁擠，每人桌上配置一台手提電腦(使用時需放入類似本公司員工身分證之磁卡片)，個人觀察似乎擺不下桌上型電腦，中電人員告知原來人沒那麼多，辦公場所很寬鬆，因為有企業體結束及變電所無人化之多餘人力暫時安置來此才會這樣。對照中電簡報人員之報告，中電集團目前有 33 個企業體，如經營虧損經評估不值得繼續經營者馬上裁撤；中電今年最後 2 所 500kV 超高壓變電所無人化後全系統之變電所已全部完成無人化，其水力發電廠及 3 個抽蓄電廠也全無人化。中電對於組織調整及員工工作保障之作法值得參考。

六、資訊網路應用、服務品質(QoS)與資訊安全相關議題－李建隆

(一)研習目的

針對本公司即將進行的資訊專案與重要資訊議題，諸如：

- 1.建置台電企業專屬虛擬網路
- 2.企業資源規劃(Enterprise Resource Planning, ERP)
- 3.資通安全
- 4.伺服器虛擬化與電腦機房

等等問題進行研習，期能收他山之石成效，對本公司未來資訊業務規劃與營運有所貢獻。

(二)研習行程

此次出國日期自 98 年 9 月 22 日至 98 年 10 月 1 日共計 10 天，行程如下：

日期	地 點	研 習 內 容
9/22	台北-廣島	往程
9/23	中國電力株式會社	參觀柳井發電廠
9/24	中國電力株式會社	參觀中央給電指令所
9/25	中國電力株式會社	情報通信部門與廣島計算中心個別研習
9/26	中國電力株式會社	情報通信部門個別研習
9/27	廣島	參觀廣島、宮島地區
9/28	京都	參觀京都地區
9/29	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
9/30	京都、大阪	參觀京都、大阪地區
10/1	大阪-台北	返程

(三)研習內容

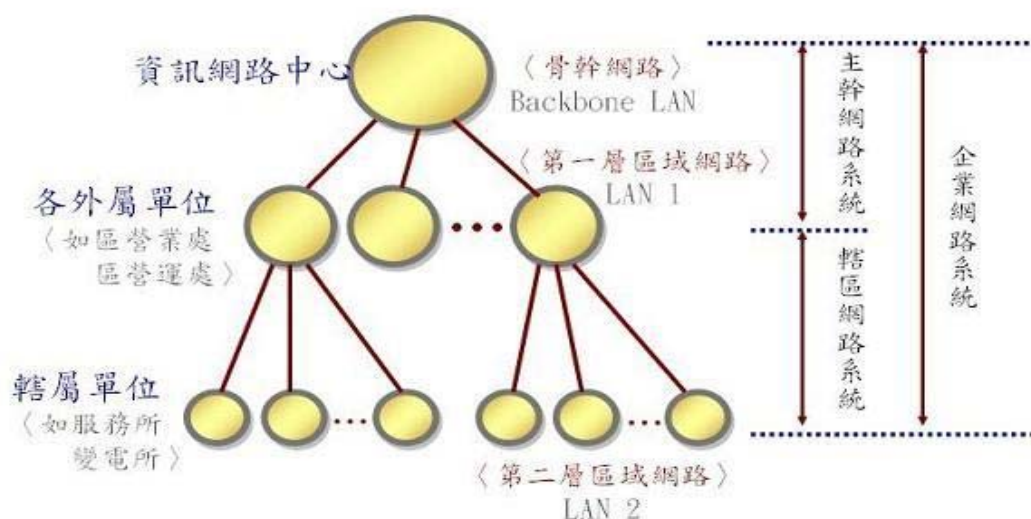
1.資訊網路現況、安全與應用

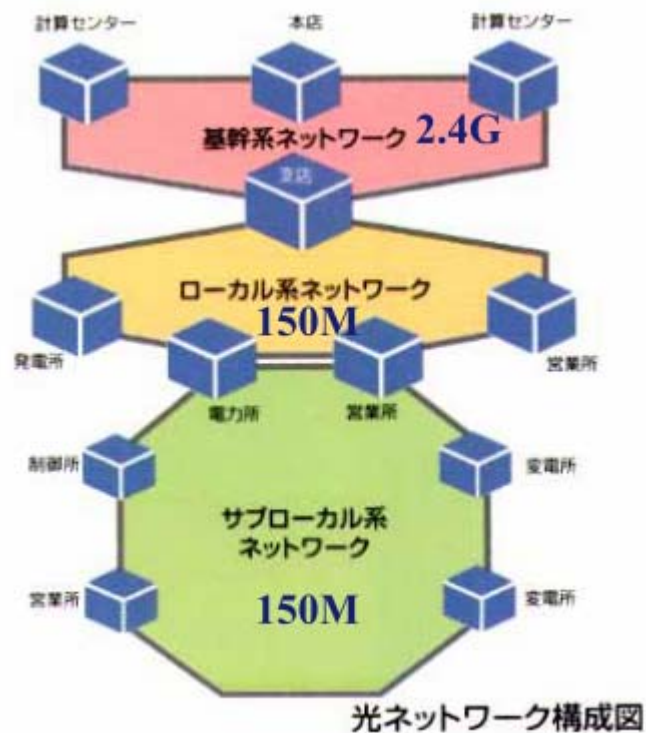
由中電公司情報通信部門同仁講述該公司電力通信之沿革與運作情形。講述重點：

(1)網路架構：

1981 年配合電力輸配線路之建置而架設光纖複合架空地線(Optical Ground Wire, OPGW)，屬自有光纖線路；2000 年使用光分波多工(Wavelength Division Multiplexing, WDM)局端設備，使頻寬提升至 2.4Gbps 與 150Mbps。其網路架構與本公司類似，分為骨幹(基幹系)、主幹(local 系)與轄區(sub local 系)網路三層架構，分別對比於本公司之資訊網路中心相連接之骨幹、至一級單位之主幹網路與至轄屬單位之轄區網路。

企業網路系統架構示意圖





(2)線路用途區分：

A.電力保安通信線路：

- (A)電力系統保護系統線路
- (B)電力系統控制、監視線路
- (C)其他電力系統資訊系統線路
- (D)電廠與變電所間的直通電話線路、工務用行動電話線路。

B.一般業務用線路

- (A)全公司辦公室自動化線路
- (B)總公司與各分公司、電廠、變電所等之一般電話。

(3)電力用通信種類：

A.有線方式

(A)通訊電纜：又分為通信線與電力線傳輸兩種方式。

- a.通信線傳輸：作為分公司、營業所、電廠間的通訊使用，因資料量大增目前多由光纖取代。
- b.電力線傳輸：利用電力線傳送高頻信號，用於離島通訊困難處。

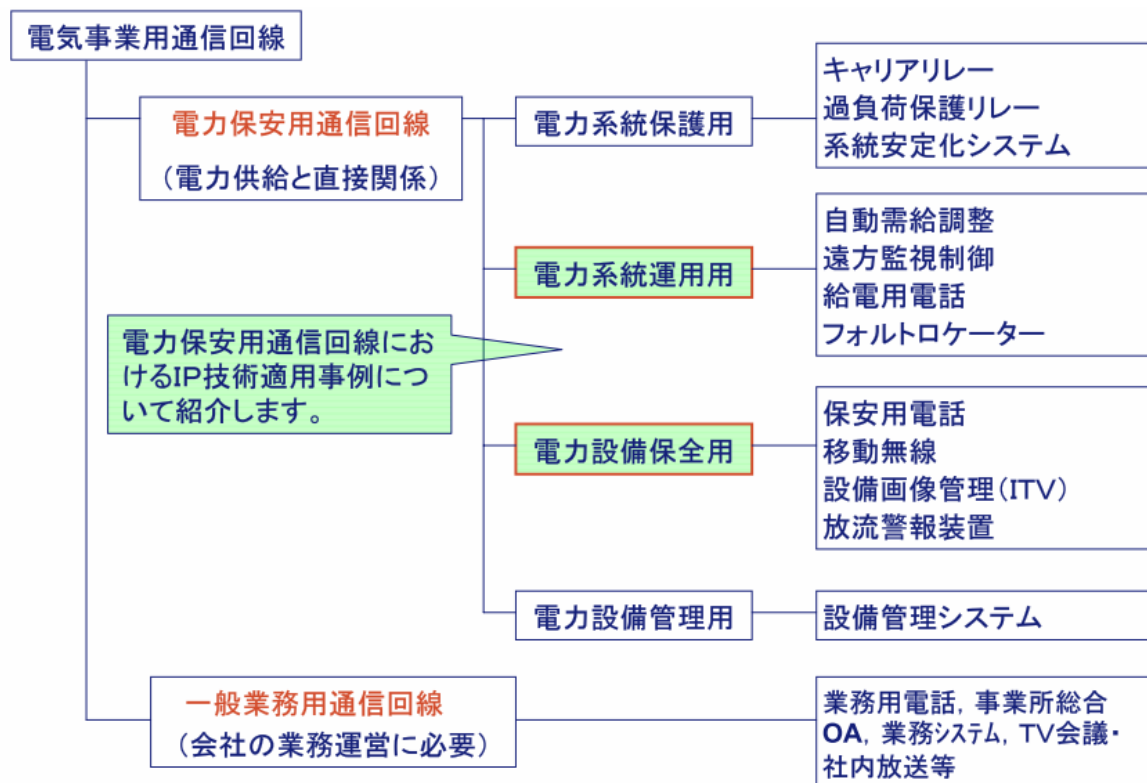
(B)光纖：分市區 400~1000 蕊光纖纜線與 OPWG 骨幹線。

B.無線方式

(A)微波：為電力保安主線路，因日本與台灣一樣皆多地震與颱風，可避免因災害造成線路中斷。

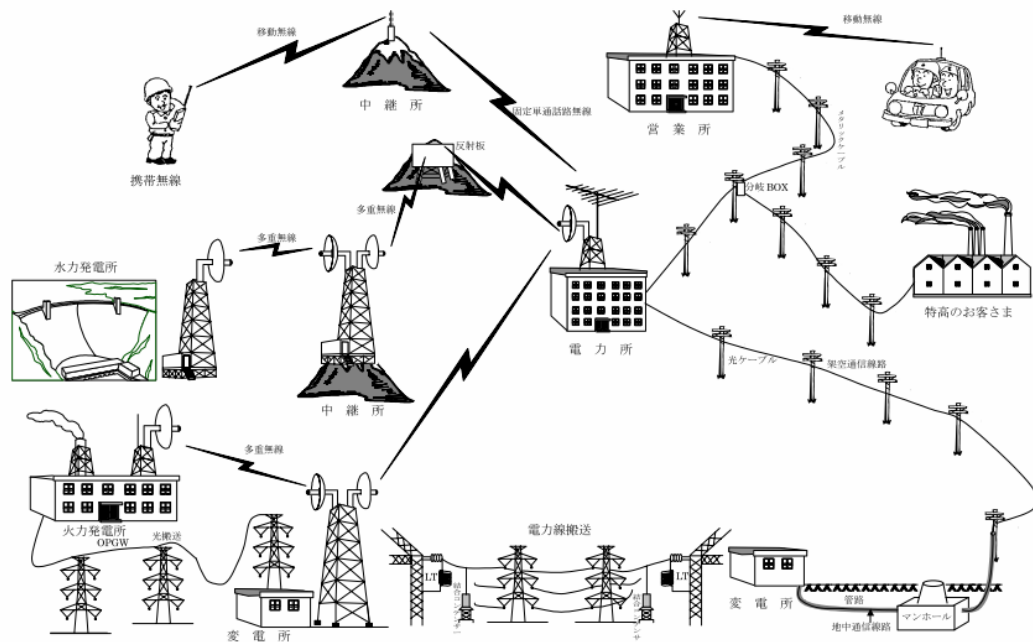
(B)移動無線：作為巡修作業資訊連繫之用。

(4)電力保安通信線路 IP 技術之適用：



電力系統調度與電力設備保全部分的線路有運用 IP 技術。其中電力系統調度因與其他電力公司介接作為電力潮流計算與頻率監測，而電力設備保全部分則作為小型無人變電所監視影像傳送與作為給電用自動電話使用。

電力会社の情報通信網とは

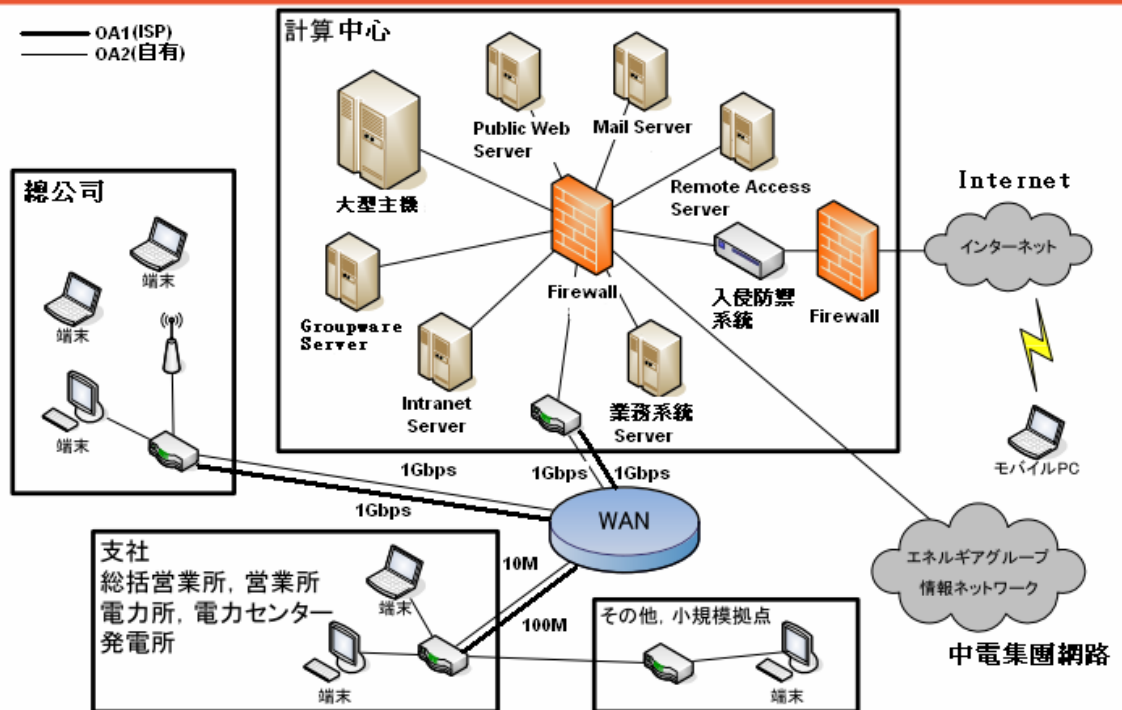


(5) 辦公室自動化(Office Automation, OA)資訊網路應用情形

整個中電的 OA 資訊網路架構如下圖，線路配置以 ISP 線路(OA1)與自有線路(OA2)雙重迴路為原則，以避免單點故障。以下簡單說明：

- A. 總公司至計算中心頻寬為 1Gbps
- B. 各分公司至計算中心頻寬為 OA1(100Mbps)與 OA2(10Mbps)
- C. 路由協定採 OSPF(Open Shortest Path First)
- D. 未導入類似 MPLS(Multiprotocol Label Switching) TE(Traffic Engineer)機制，僅應用簡單的 QoS 機制

事業所総合OAネットワークの全体概要図



(6) 計算中心區域網路與資訊安全

- A. 區域網路骨幹(backbone)頻寬為 10Gbps
- B. 伺服器數量約 400 台
- C. 網路設備：第 3 層及第 2 層交換器約 50 台，大致為 Cisco、Hitachi 及 NEC 等品牌
- D. 各業務應用系統間以防火牆作為安全區隔，約分成 100 個區域 (zone)
- E. 前述防火牆規則集中管理
- F. 每月資料流量約 6TBytes

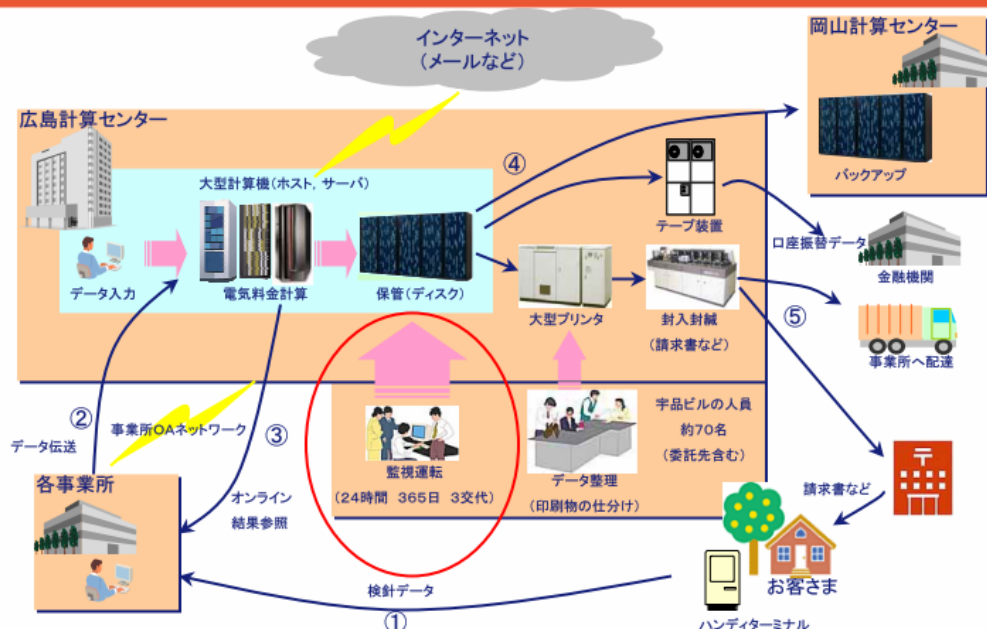
(7) 計算中心簡介

- A. 1995 年(平成 7 年)9 月 25 日完工
- B. 為地上 13 層地下 1 層之建築物
- C. 電源系統 22KV 雙迴路，UPS 備用電力可維持 10 分鐘電力供應，



- 電源中斷 1 分半內自有發電機啟動，另儲備可發電 3 天的燃料油
- D. 擺放伺服器的機房 6,7 樓層地板具減震功能，3 級以上地震即自動啟動減震功能
- E. 指紋辨識系統作為門禁管制
- F. 計算機中心採 3 班制全年無休 24 小時輪流監控
- G. 單據封裝處理量每日約 3 萬封
- H. 距離超過 45 公里的岡山縣另建有一備援計算中心

広島計算センター業務全体図(ネットワーク機器の監視を含む)



(8) 辦公室區域網路簡介

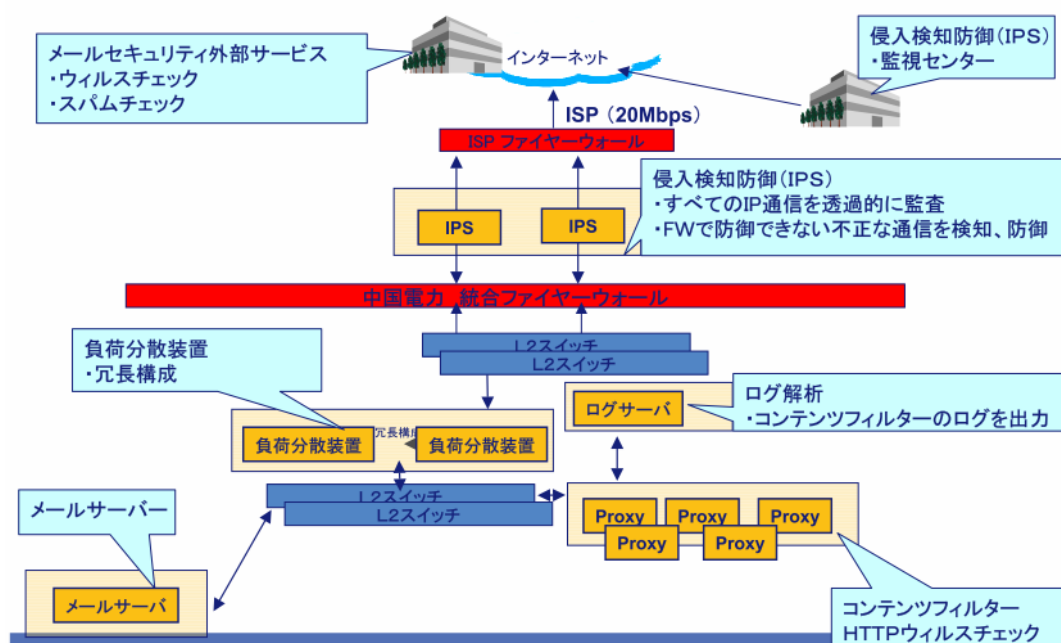
- A. 總公司、分公司及各營業所等共有 Cisco 路由器約 180 台、L3 交換器約 170 台、L2 交換器約 900 台及無線網路 AP 約 500 台
- B. 總公司、分公司與各營業所端末設備(PC,印表機等)約 13,000 台
- C. 無線網路端末設備大多使用筆記型電腦約 4,000 台，統一採用 Cisco 無線網卡，認證採 EAP-TLS 方式，加密機制採 TKIP 方式
- D. 有線區域網路部分以簡單網路埠鎖鎖上，需申請後才可開鎖接上網路線



(9) 網際網路連線

- A. 全公司透過統一出口連接網際網路，頻寬為 20Mbps
- B. 建有入侵防禦系統，24 小時外包監視
- C. 電子郵件進出皆經過防毒軟體掃毒，並有垃圾郵件防制機制 (Anti-SPAM)
- D. 同仁上網須透過代理伺服器(Proxy Server)進行內容過濾 (content filter) 且透過 web 防毒牆進行電腦病毒檢測

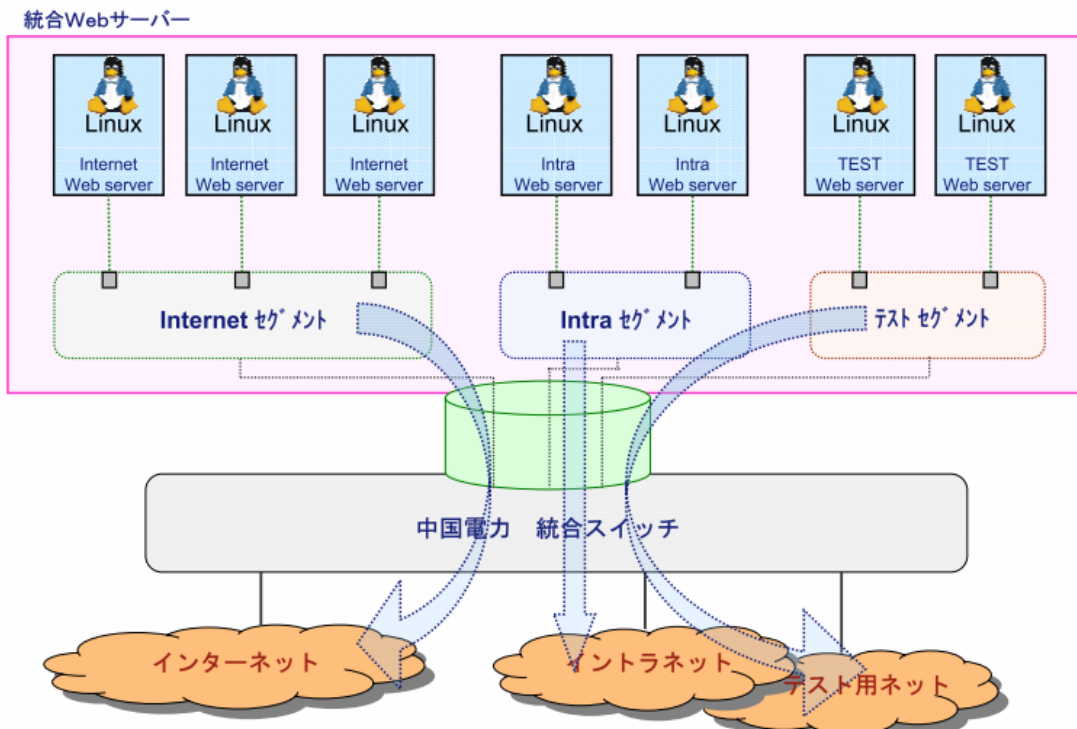
インターネット接続の構成図



(10) 伺服器虛擬化

- A. 利用虛擬化技術減少實體伺服器數量以降低成本、提高運用彈性及維持一致的資安環境
- B. 使用 IBM zSeries 伺服器以 zVM 技術實現虛擬化環境
- C. 將各部門原先各自的 Web 伺服器以虛擬化技術整合至 zSeries 伺服器上
- D. 各 Web 伺服器採用 Linux 作業系統，應用伺服器(Application Server)採用 IBM WebSphere

3-4. 統合Webサーバ:ネットワーク構成



2. 企業資源規劃(ERP)之導入與成效

中電於 2001 年 10 月開始規劃導入 ERP，歷經約 2 年半時間，於 2004 年 4 月成功導入 ERP。因同為電力事業，且本公司正積極進行 ERP 導入計畫，中電公司的 ERP 導入與使用經驗值得本公司借鏡。

(1) 導入原因：

電力經營環境之變化：

- A. 電力自由化：用戶可自由選擇電力供應公司
- B. 兼營事業法規鬆綁：除原本電力事業之營業範圍外可擴及更多領域
- C. 增加公司原制度對內對外之適應彈性

企業資源之最適分配：

- A. 成本及收支管理
- B. 最佳實務之引進

「事業本部制」之導入：評價各事業本部目標達成之績效，因而考量必須全面整合再開發目前的經營管理系統。

(2)選定 ERP 的理由：

- A. 時程考量：擬定 2004 年中開始的公司經營策略，評估使用 ERP 套裝或自行開發何者能按時程完成？最後評估採用 ERP 較可能在時限內完成。
- B. 以業界實績、標準功能、是否具備電力事業會計準則、需客製化程度及維護擴充功能是否容易等項目對 SAP 與 Oracle 兩家公司進行評估，最後選定 SAP。

(3)採用模組：

- A. 財務會計(Financial, FI)
- B. 管理會計(Controlling, CO)
- C. 財務管理(Treasury, TR)
- D. 專案計劃管理(Project System, PS)
- E. 工作流程(Work Flow, WF)
- F. 電力業界別解決方案(Industry Solution, IS)
- G. 庫存、採購管理(Material Management, MM)
- H. 商務資訊倉儲(Business information Warehouse, BW)
- I. 企業策略管理(Strategic Enterprise Management, SEM)

(4)ERP 硬體伺服器環境：

- A. 測試環境伺服器(prototype server)
- B. 開發環境伺服器(development server)
- C. 品保伺服器(quality assurance server)
- D. 正式環境伺服器(production Server)



(5)導入前設定目標：

- A. 即時的經營的資訊：能提供企劃、管理與資材等即時資訊
- B. 業務改革：透過標準的業務流程進行企業再造
- C. 縮短開發期：能在預定期限內完成系統建置
- D. 功能擴充：針對法規修改能快速提供對應功能

(6)導入後之評價：

- A. 即時的經營的資訊：實現提供企劃、管理與資材等即時資訊的目標
- B. 業務改革：標準的業務流程與企業內流程的差距引發內部之議論。
- C. 縮短開發期：在預定期限 2 年半內完成系統建置
- D. 功能擴充：目前正進行版本升級中，預定 2009 年 12 月完成

(四)研習心得與建議

此次觀摩安排兩天個別研習行程，時間雖短但在中国電力公司情報通信部門多位同仁辛勞的資料準備與詳盡的說明解釋下，能對研習主題有一定程度的瞭解，在此非常感謝。謹就此行所見所聞，提出個人心得與建議。

1.通訊線路之運用：

- (1)與中電一樣本公司同為電力事業具備自有光纖線路，但在用途上應可

更積極。中電在 2000 年即已引進 WDM 技術使線路頻寬可至 2.4G，相較之下本公司起步較晚。但晚進入未必是壞事，通訊技術進步快速，相同的成本在目前可規劃出更具前瞻性與更高頻寬的企業資訊網路。應考量本公司資訊應用之未來性與擴充性慎選技術以規劃出適切的企業資訊網路。

- (2)台灣與日本同為多地震與多風災之國家，對於電力保安系統之線路，中電公司多採用無線之微波傳送以確保地震、颱風災害發生時線路不致中斷。本公司亦架設有微波線路但因設備較老舊可靠度有待提升，以免災害發生需用時因設備可靠度問題而派不上用場。
- (3)中電公司的電力保安控制線路與 OA 資訊線路採實體隔離，以確保與民生經濟相關的電力控制能安全無虞。在電力控制設備越來越朝向網路化 IP 化之時，本公司因不乏自有線路，在運用上應嚴守，電力保安線路與 OA 資訊線路隔離之政策，以避免電力控制遭受入侵或破壞影響民生。

2.電腦機房之建置：

- (1)本公司總管理處大樓之電腦機房建置超過 20 年，應考量另找空間建置新的電腦機房，已符合現今的資通安全與節能減碳的標準。
- (2)本公司已進行伺服器之整合與虛擬化之計畫，其優點為減少硬體購置成本、節能減碳與方便管理，此為一趨勢應持續推動。

3.資通安全議題：

- (1)中電公司非常重視資通安全，公司同仁使用之電腦必須有員工識別證經讀卡機辨識無誤後方可開啓電腦，以避免未經授權之電腦存取。而電腦中的資料檔案複製至外部儲存設備則須強迫加上密碼方可攜出，以防止資料外洩。在資料保護上的政策與作法相當值得學習。
- (2)辦公室網路連線方式採無線方式以求行動便利，但相關安全措施卻不馬虎，除了傳輸過程採較嚴密的 TKIP 加密方式外，認證採 EAP-TLS 方式以確保無線傳輸的安全性。
- (3)伺服器群組(Server Farm)採集中式防火牆依業務性質區隔約 100 區域，集中管理各個區域的防火牆規則(rule)。目前本公司在伺服器群

組中並未有防火牆進行區隔，未來 ERP 引進時應考量是否進行類似控管。

(4)上網部分大致與本公司相同，也是全公司統一對外連接窗口，有防毒、垃圾郵件防制、網址過濾、入侵防禦等。

(5)至於有線區域網路安全性則利用簡單的網路埠鎖，對未使用的網路埠上鎖，拒絕未經授權之網路存取，個人感覺相當有創意。花小錢即可作到，是很好的啟發。

4.ERP 導入經驗：同樣為電力事業，中電公司的導入經驗與成效分析可作為本公司導入 EPR 時的參考。

七、島根核能電廠-機組運轉數據評鑑系統(Plant Data Assessment System)

—許永輝

(一)前言

核能電廠機組運轉參數監控系統大致區分為三大區塊-人爲巡檢紀錄、電腦追蹤監控系統(ERF、PPCRS)、功能性的趨勢分析系統(效率監測系統)。常態運轉上，上述監控系統皆以時歷作為參數比較和判斷的主軸。訂定各參數運轉範圍的合理標準，監看參數的變化，納入運轉經驗的判讀，藉以評定設備的運轉狀況與劣化趨勢，其所依賴仍是運轉智能與經驗的判斷。「中國電力株式會社島根核能電廠」所發展的「**運轉數據評鑑系統**」係將機組可擷取的參數，建立資料庫，利用軟體工具來篩取出參數間的關聯性與依存度，利用統計工具計算出合理的變化範圍，定期監看判讀，作為控制室運轉監控的輔助系統。

目前，各核能電廠正推展巡檢紀錄電子化工作，未來結合 ERF(PPCRS)電腦監控系統，正可考量引進該系統或參考開發，作為運轉監控之輔助工具，提供先期預警與趨勢分析的功能，提昇機組運轉品質與績效。

此次遠赴位居日本島根縣北顛之「島根核能電廠」，承蒙古林廠長率相關部門經理接見。會談中，古林廠長相當關切本公司核能營運狀況，對於本公司核能電廠能力因數高達 90%表達推崇之意，對於姊妹廠「第二核能發電廠」的營運現況亦多所關注。對於個人實習主題也表達鼎力指導之意。

(二)建置背景

「中電島根核能電廠」運轉中共有二部機組，其中 1 號機裝置容量為 460 百萬瓦；2 號機裝置容量為 820 百萬瓦，商轉日期分別為 1974 年 3 月和 1989 年 2 月。另，3 號機目前正興建中，設計為進步型沸水式反應器電廠，統由「三



菱」統包興建，目前進度約為 53%，預定 2011 年 12 月商轉。機組「**運轉數據評鑑系統**」則應用於運轉中之二部機組，由電廠技術部門負責維護與執行監控。

該評鑑系統的構想萌發於 1994 年，電廠技術部門思考以電腦整合及量化參數的關連性來建置客觀、合理的監控系統與設備運轉，同時擷取資深的運轉經驗及避免人為主觀誤判。但在當時，受限於電腦運算速度與資料庫容量，而無法順利建置，但在當時，系統構建雛型已大致成形。2002 年，電廠開始將手抄之巡檢紀錄，以人工輸入的方式建立資料庫，加上科技精進，運算與容量的限制障礙不復存在，輔以管理階層之企圖心，系統著手研發已趨成熟，因此，電廠技術與運轉部門組成 10 人之研發小組，小組成員背景包括資深運轉員、維護工程師、軟體工程師和統計員等，該系統結合核能專業、電腦軟體專業與統計知識，建置工程師強調，上述三項知能缺一不可。建置作業與試驗耗時近二年，於 2004 年正式上線使用，其間再經多次實證作業修正，並訂定管理規範。該年電廠巡檢紀錄採行 PDA 紀錄與傳輸，使該系統的人機介面更趨簡易，目前該系統已全面應用於運轉中之二部機組。

(三)系統介紹

「**運轉數據評鑑系統**」的運作分為二大部份：「數據加工技術」與「數據評價系統」。「數據加工技術」的階段是整個系統運算重心，其中納入核能與機組系統的運轉知能與經驗、統計理論與 EXCEL 軟體函數功能。就當時的建置者言，這也是開發最困難的地方，如何去得到最客觀、適宜的篩選標準，能夠反應設備運轉的趨勢變化，的確需要試煉與修正。「數據評價系統」係輸入「數據加工技術」的輸出成果，進行偏差、變化量與趨勢衡量，進行結果判斷的輸出。

1. 「數據加工技術」

「島根核能電廠」單部機組經由線上電腦系統與定時巡檢紀錄可取得約 2500 不同參數點(圖 4-7~1)，其中參數間存有相當依存度，如何來量化參數的依存度，不單以運轉時點作為判斷異常的依據，此必須仰賴統計與運轉經驗的累積。以發電機出力為例，其受冷凝器真空度影響最大(圖 4-7~2)。

Microsoft Excel - 自動計算 [読み取り専用]

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

MS 明朝 11 75%

D:\22 台湾電力説明資料\自動計算.xls

補記切替3はデータ全て0

A1	B	F	G	H	I	J	K	L
1	第3はデータ	1995年05月08日	1995年05月23日	1995年06月17日	1995年07月04日	1995年08月27日	1995年11月12日	1995年12月18日
2	HPCS-6.9kV母線電圧	7	7	7	7	7	6.95	6.95
3	HPCS-4.6kV母線電圧	338	170	295	170	170	310	225
4	HPCS-4.6kV母線電流	460	460	460	460	460	460	460
5	HPCS-6.9kV母線電流	97	138	136	134	125	131	127
6	ドライウェル機器ドレンタンク温度	25	28	32	33	31.5	26	26
7	R/S自機熱ドレンタンク温度	20	22	24.5	25	28	23.5	21
8	ドライウェル熱ドレンタンク水位	2.1	2.07	2.06	2.05	2	2.5	2.48
9	I-R CWサージタンク水位	175	176	174	175	176	176	170
10	I-R CW熱交換器冷却水温度 [1]	24	31	32.5	30	26	23.5	22
11	I-R SWポンプ出口温度 [4]	14	21	22	20	16.5	14	12
12	I-R CW熱交換器冷却水温度 [5]	19	24.5	26	24	20	17.5	16
13	トラス水温度 (9.5°) [1]	22.5	22	24.5	26	29	26	25.5
14	トラス水温度 (14.0°) [2]	23.5	23	26	27	30	26	25.5
15	トラス水温度 (14.5°) [3]	23.5	23	26	27	30	26	25.8
16	トラス水温度 (21.5°) [4]	23.5	23	26	27	30	26.5	26
17	トラス水温度 (26.0°) [5]	23.5	23	26	27	30	26.5	26
18	トラス水温度 (30.5°) [6]	23.5	23	26	27	30.5	26.5	26
19	トラス水位	0	0	0	0	1	1	0.5
20	原子炉圧力	6.7666	6.7666	6.7666	6.7666	6.7666	6.7666	6.7666
21	原子炉水位 (広野)	60	60	60	60	60	58	58
22	原子炉水位 (燃料箱)	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300
23	I-R CWサージタンク水位	175	175	173	179	175	180	177
24	R CW常用系冷却水流量	2270	2100	2420	2090	2080	2000	2010
25	I-R CW熱交換器冷却水温度 [1]	26	34	23	27.5	31	24	32
26	I-R CW熱交換器冷却水温度 [4]	22	25	27.5	28.5	30	26	21.5
27	C UW非再生熱交換器冷却水温度 [5]	77	76	76	75	74	75	77
28	I-R SWポンプ出口温度 [6]	16	24	12.5	19	21	12	20
29	I-R CW熱交換器冷却水温度 [7]	20	28	16	21.5	24.5	16	24
30	F P Cポンプ入口温度 [8]	19.5	22	24	26	28	28.8	25
31	A-F P C熱交換器出口温度 [9]	19	22.5	25	26	22.5	19.5	18
32	B-F P C熱交換器出口温度 [10]	20.5	27	18	22	25	20	26.5
33	使用燃料プール水温度 [11]	19.5	21.5	24	26	28	29	25

圖 4-7~1 參數點展開

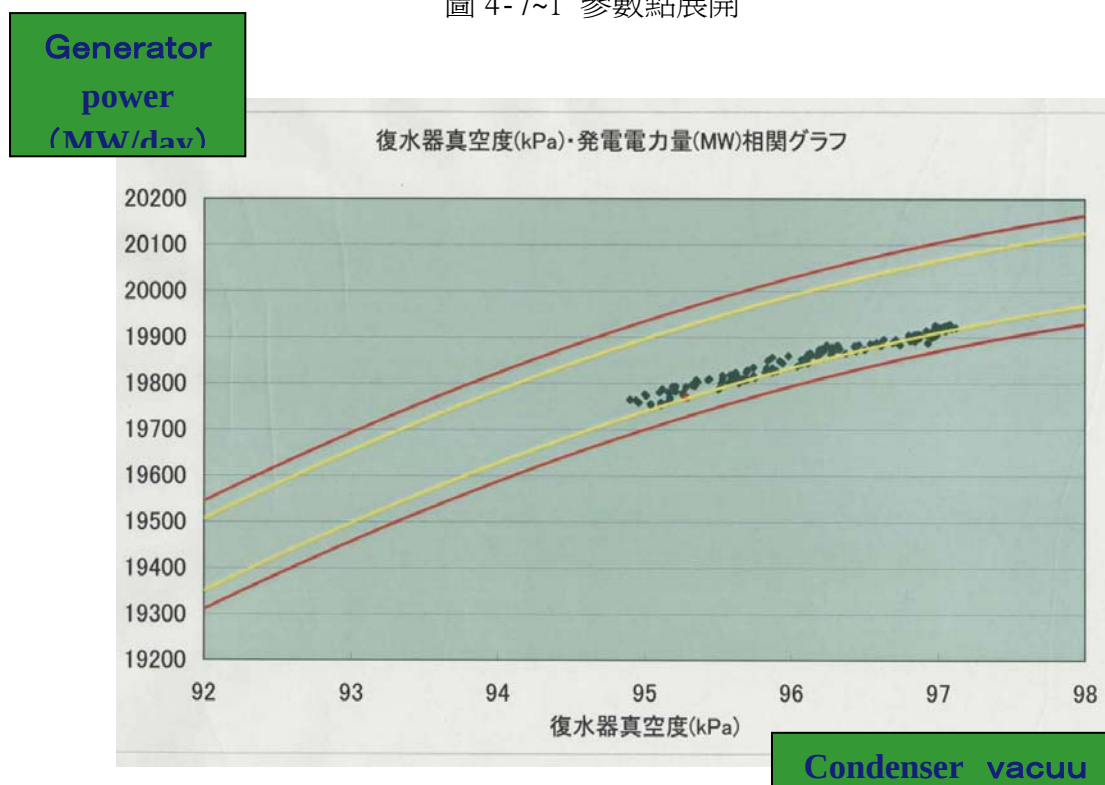
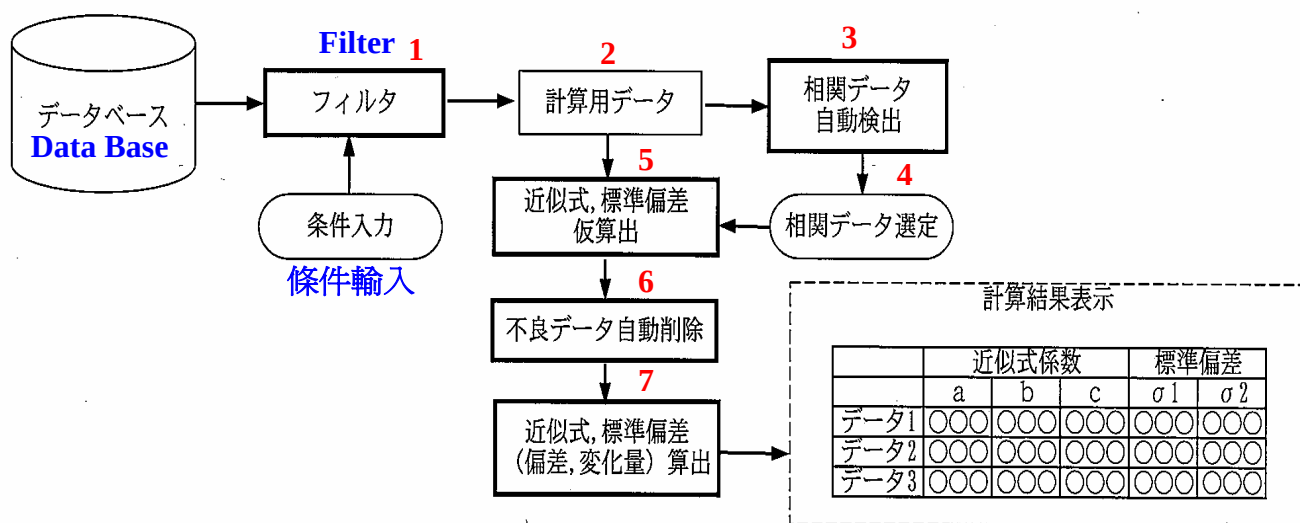


圖 4-7~2 發電量對冷凝器真空度相關依存度

以一燃料週期發電機出力與冷凝器真空度的數據作為分析基礎，不同的真空度可對應出合理之發電機出力，經由程式運算取得近似式，再運用統計的理論剔

除錯誤或不合理的數據，進而計算出偏差及變化量，作為評價的輸入值，「數據加工技術」的流程如下：



流程說明：

- (1)系統監控的時機為機組滿載的穩態運轉，「Filter」用於篩選去除非滿載取得之數據或廠外因素影響之數據，篩選準則取決於條件的輸入。
- (2)篩選後之資料庫須再經由人為剔除不合理的數據(明顯錯誤者或人為紀錄偏差)，進而作為「計算用數據」。
- (3)利用電腦的計算選定數據相關度，即為「相關數據自動檢出」，使用的工具為EXCEL 統計 RSQ 函數運算。
- (4)人為介入選定有價值之數據組。
- (5)利用 EXCEL 統計 LINEST 函數運算取得**概算近似式** aX^2+bx+c ，作為近似趨勢曲線。再經由 EXCEL 統計 STDEVP 函數運算取得**概算偏差值** $\sigma 1$ 。
- (6)將數值超出 $\pm 3\sigma 1$ 數據剔除，以取得最佳與客觀化的數據組。
- (7)再次使用 EXCEL 統計 LINEST 和 STDEVP 函數運算取得**近似式** aX^2+bx+c 和**偏差值** $\sigma 1$ 。同時，由數據前後差值計算出最大**變化量** $\sigma 2$ 。其中 $\sigma 1$ 和 $\sigma 2$ 統稱**標準偏差值**。

並不是所有的參數相關度都能得到單一之近似式，進而算出標準偏差值。以「島根核能電廠」控制室空調之蒸汽消費量(蒸汽消耗量)與外氣溫度(外界溫度)的相關圖(圖 4-7~3)為例：

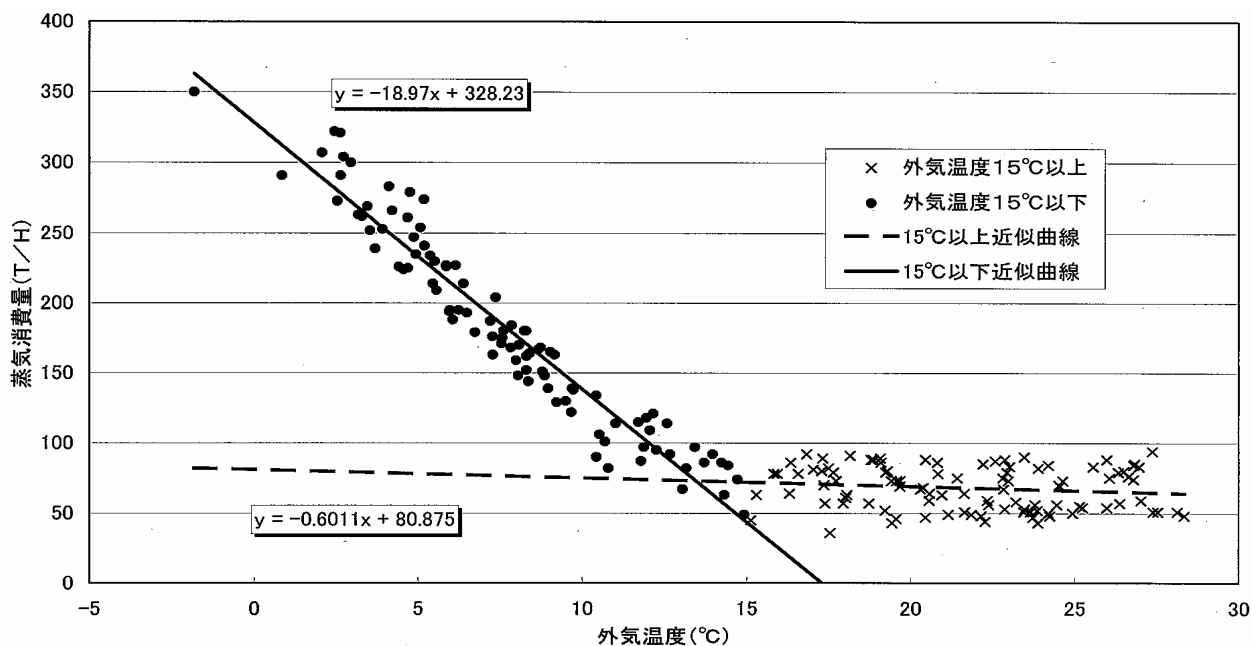


圖 4-7~3 蒸汽消耗量對外界溫度相關依存度

顯而可見，外界溫度 15°C 以上時，蒸汽消耗量相對成一定值；外界溫度 15°C 以下時，蒸汽消耗量相對成一線性的需求增加。因此，若以單一近似式取得標準偏差值作為評價依據，將失去評價的意義。此時，最客觀的作法為根據原始數據，以外界溫度 15°C 為一分界點，區分二組不同數據組，算得二組近似式，取用標準在於評價作業時，人為判斷取用最適用之近似式。

2. 「數據評價系統」

「數據評價系統」係輸入「數據加工技術」所取得之標準偏差(偏差值 $\sigma 1$ 和變化量 $\sigma 2$)進行異常判斷，目的於先期發現人為無法確認之異常徵候。評價的方法區分為 3 項-偏差衡量、變化量衡量、傾向衡量(趨勢衡量)，分述如下：

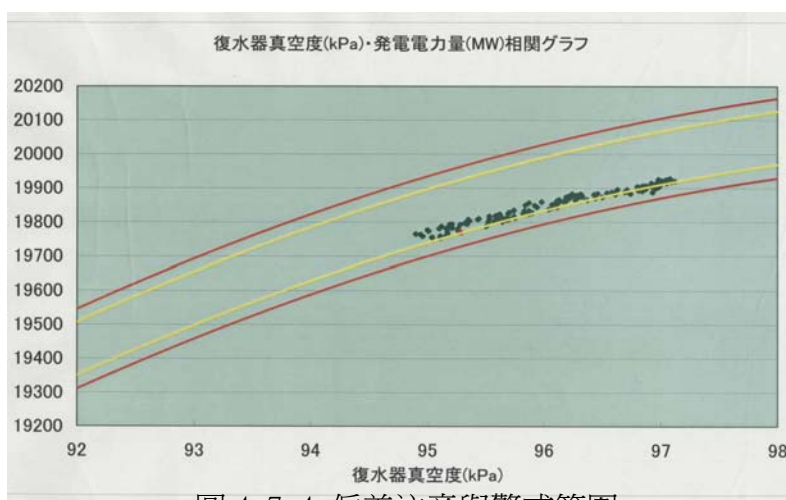


圖 4-7~4 偏差注意與警戒範圍

(1) **偏差衡量**：以 $\pm 2\sigma 1 \sim \pm 3\sigma 1$ 作為「注意」範圍，如黃線標示範圍。超出 $\pm 3\sigma 1$

則標示為「警戒」範圍，如紅線標示範圍(圖 4-7~4)。

將每一數據組與近似式的偏差值對應運轉時歷可得到清楚的趨勢變化(圖 4-7~5)。



圖 4-7~5 偏差警戒時歷

(2)變化量衡量：變化量定義於前後時點數據的差值，取最大差值作為評價標準(圖 4-7~6)。

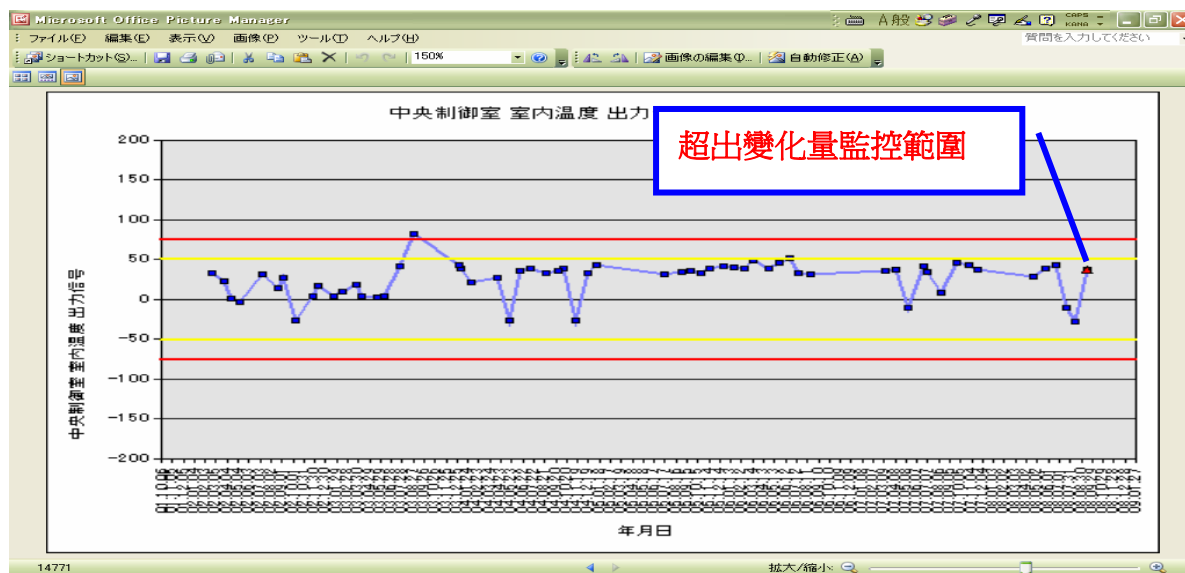


圖 4-7~6 變化量警戒實例

(3)傾向衡量：傾向衡量為追蹤趨勢的變化，注意或警戒的標準可由外在設定連續趨勢變化的次數(5 回) (圖 4-7~7)。

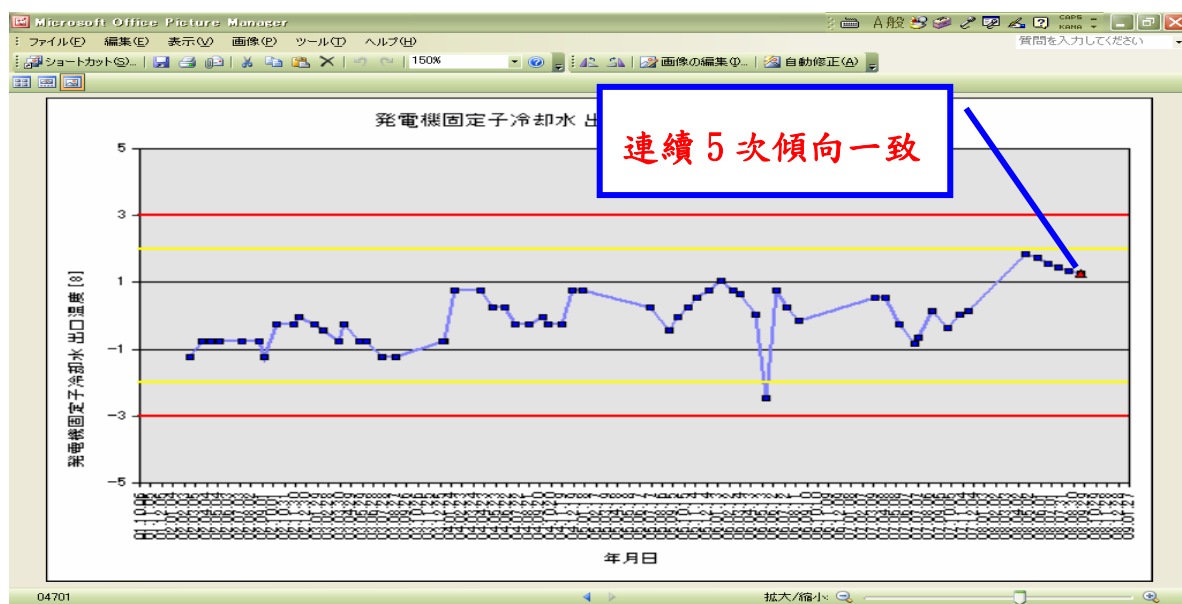
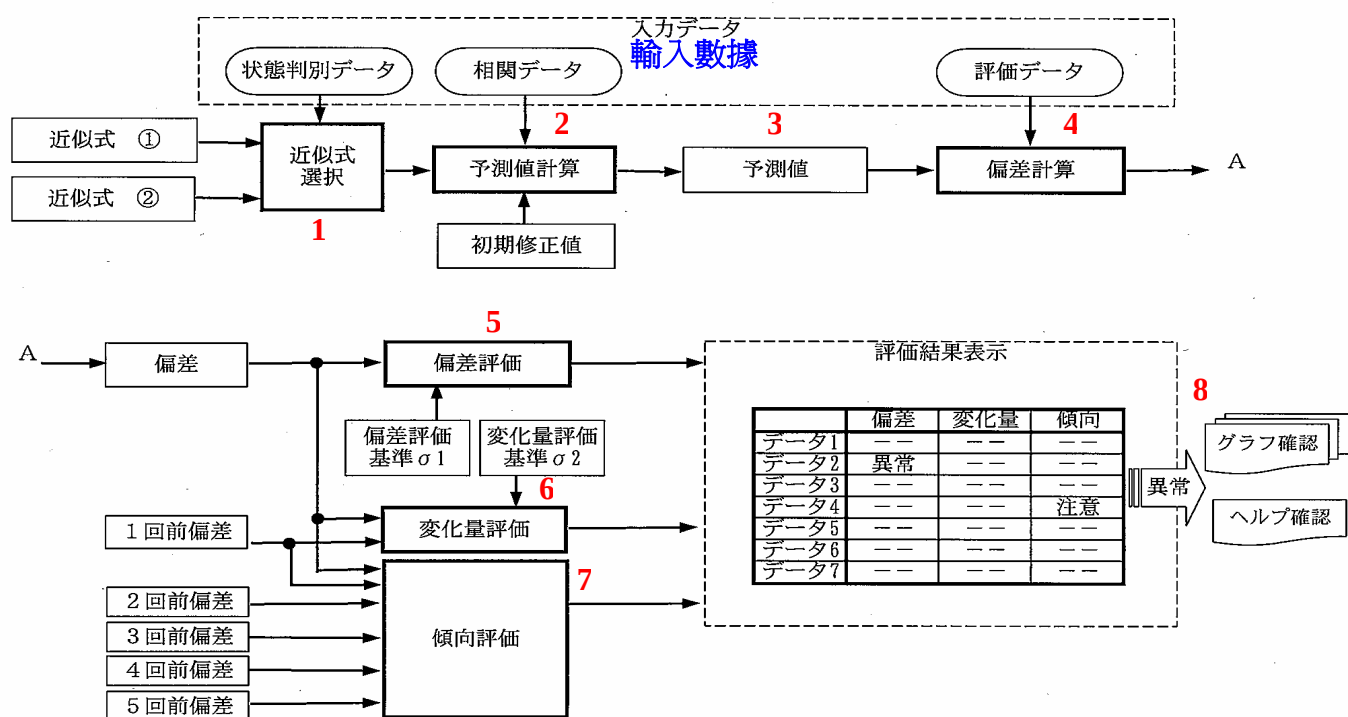


圖 4-7~7 傾向警戒實例

「數據評價系統」流程概要圖如下：



流程說明：

- (1)根本狀態判別的數據，選擇合適的近似式，如之前所言外界溫度 15℃ 的分界點。
- (2)就選定的近似式所對應的數據進行必要的修正，以符合如設備維護檢修前後運轉特性改變所造成的數據 Step Change。

- (3)近似式所對應修正後的數據定義為預測值。
- (4)輸入評價的參數值與預測值，進行偏差計算。
- (5)偏差評價：偏差計算所得之偏差與偏差評價基準 $\sigma 1$ 進行比較。
- (6)變化量評價：即時偏差與前一回偏差的差值，即為變化量，與變化量評價基準 $\sigma 2$ 進行比較。
- (7)傾向評價：計算 5 回的偏差傾向，以取得數據變化趨勢。
- (8)根據偏差評價、變化量評價和傾向評價的結果輸出「注意」或「異常」的警示。
列出「注意」者須由資深技術人員重新判讀；列出「異常」者須採取行動確認或尋求支援。

3. 評價數據和偏差

核能電廠運轉上，對於巨幅變化量的參數判讀，常會遭遇「正常」與「異常」的判讀困擾，為解決此項困擾，提供可靠的評價依據，此系統提供了較客觀的評價方法，特以飼水流量的時歷變化為例。依圖 4-7~8 和表 4-7~1 六組飼水流量的變化狀態，變動幅度約 2000T/H：

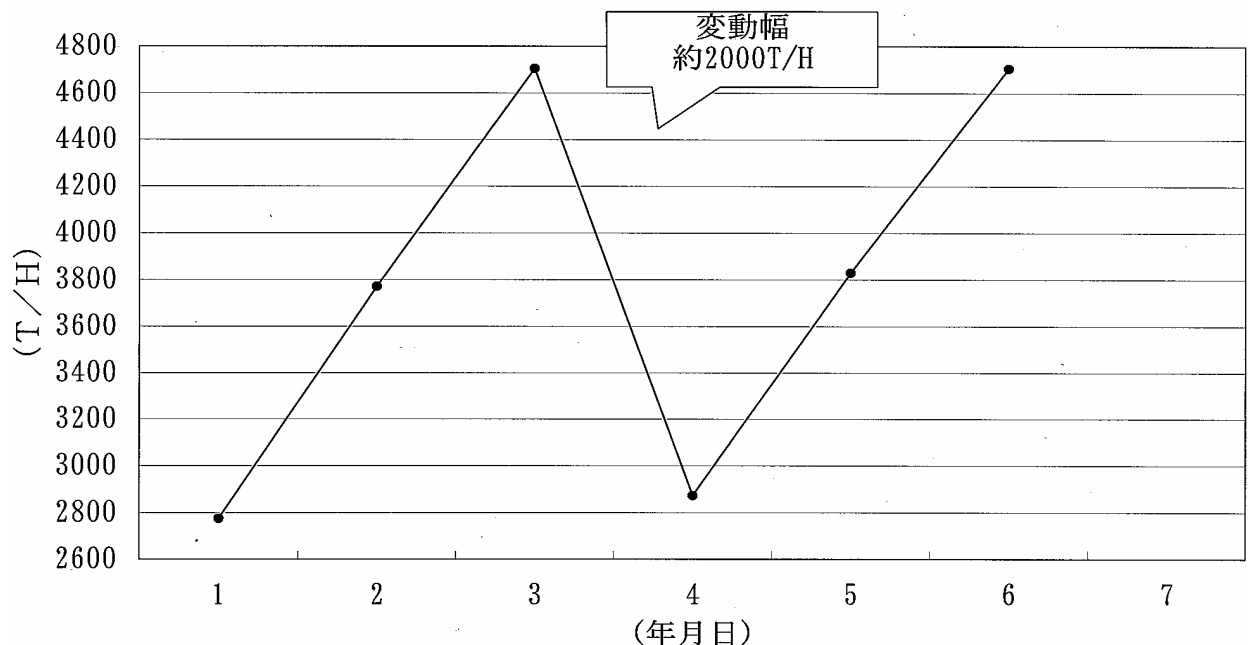


圖 4-7~8 飼水流量實際變化

表 4-7-1 飼水流量相關度變化計算

評価データ (給水流量)	1次相關データ (發電機出力)	2次相關データ (復水器真空)	1次相關 計算値	1次 偏差	2次相關 計算値	2次 偏差
2770	480	96.4	2774.8	-4.8	-2.1	-2.7
3750	667	97.1	3771.7	-21.7	-20.0	-1.7
4680	820	97.3	4705.2	-25.2	-28.4	3.2
2880	500	96.0	2873.8	6.2	6.6	-0.4
3850	677	95.5	3829.4	20.6	15.8	4.8
4730	820	94.4	4705.2	24.8	25.8	-1.0

根據歷史數據資料，利用 EXCEL RSQ 函數功能分別列出發電機出力和冷凝器真空對飼水流量的相關度。其中，發電機出力較冷凝器真空對飼水流量的相關度較高。因此，將發電機出力作為 1 次相關數據；冷凝器真空作為 2 次相關數據。可預見的，選擇發電機出力(X1)作為偏差計算所得的偏差值(1 次偏差)較冷凝器真空(X2)計算的偏差值(2 次偏差)變動幅度為大，但皆較原始數據的變動幅度為小(2000T/H→50T/H；2000T/H→10T/H)，如此轉換後，使評價的客觀性提升，也減少人為判讀的壓力。轉換變化參照圖 4-7~9、10、11、12 和表 4-7~1。

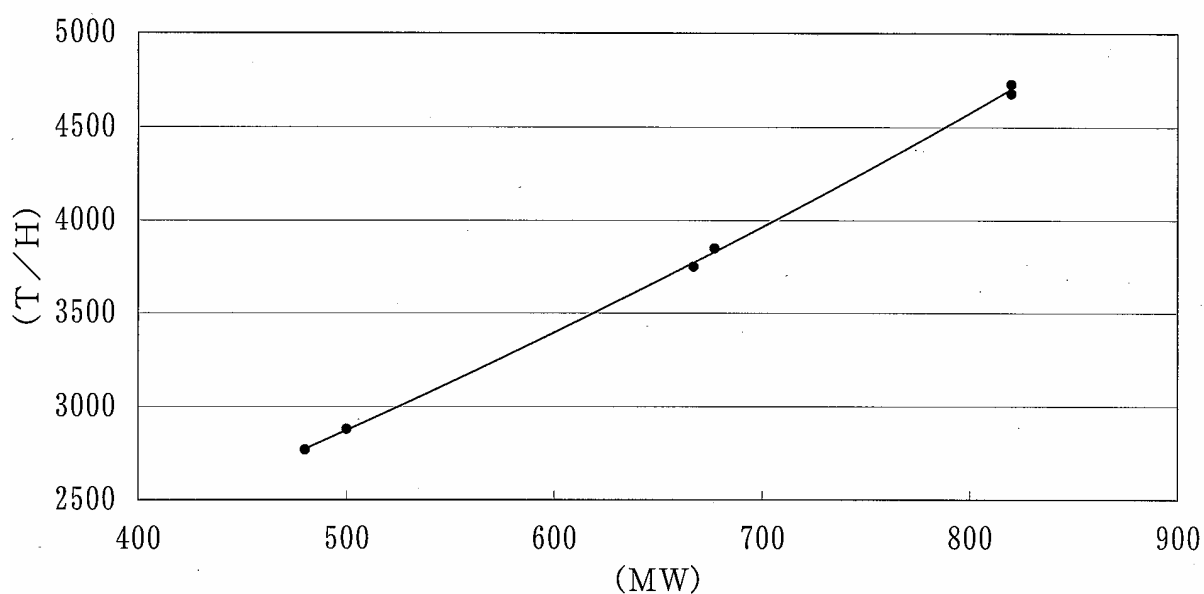


圖 4-7-9 飼水流量對發電量近似式

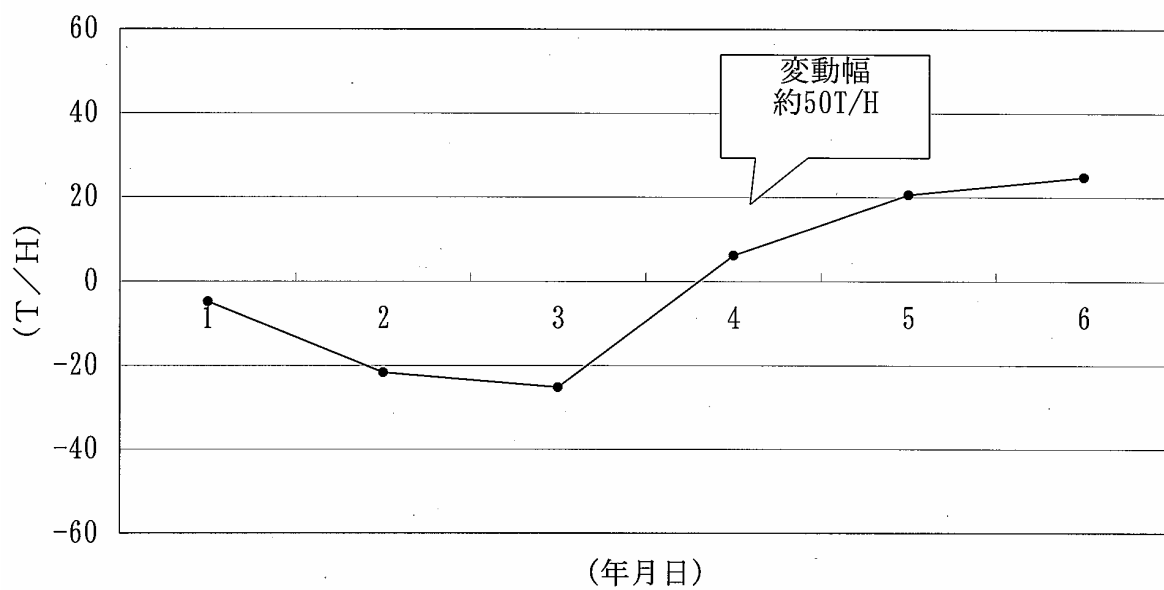


圖 4-7-10 飼水流量對發電量之偏差變動

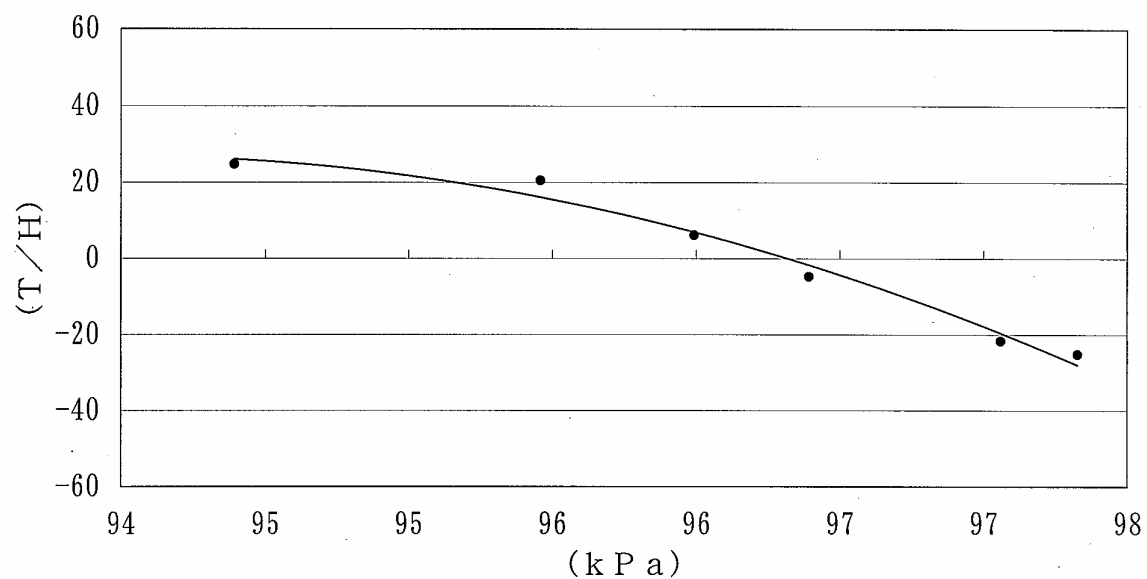


圖 4-7~11 飼水流量對冷凝器真空度近似式

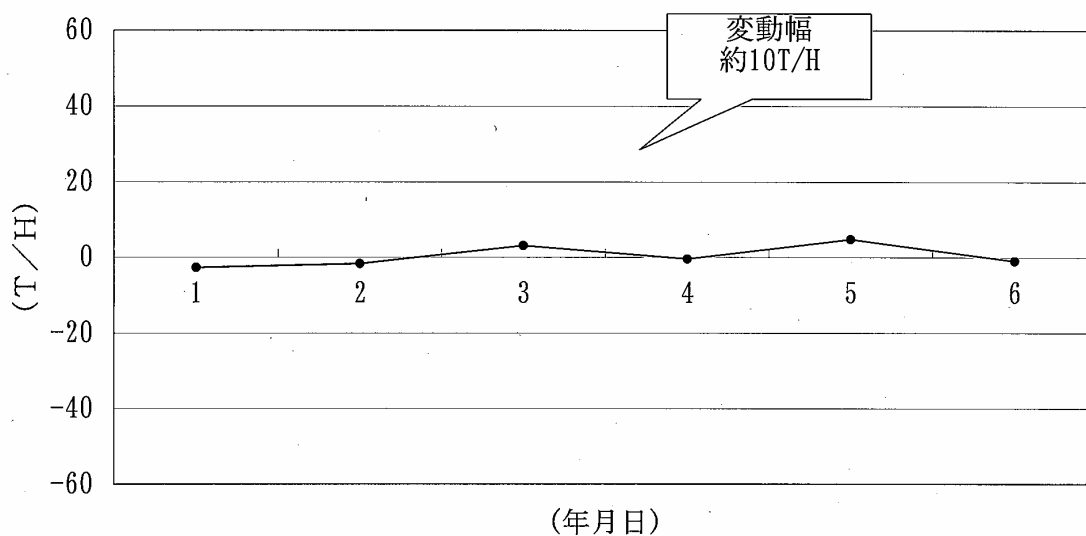


圖 4-7~12 飼水流量對冷凝器真空度之偏差變動

(四)應用實況

運轉數據評鑑系統的開發成果已發表於日本「電氣評論 2004 年 11 月號」論文期刊上，並已取得日本專利。其應用的範圍目前仍限「島根核能電廠」商轉的二部機組，並未展開至中電其他類型的發電廠。究其原因，除核能電廠與他類型電廠監控的差異性外，最主要的原因為核能電廠異常和跳機事件動見觀瞻，除發電損失外，衍生的核安與營運品質常成為政府與公眾關注事項。相對地，他類似電廠面對的營運衝擊性較小，因此考量投資的成本和效益，他型電廠投注開發的意願並不高。

「島根核能電廠」單部運轉機組追蹤和巡檢紀錄共計約 2500 項，技術部門每月固定使用「運轉數據評鑑系統」進行評鑑一次，但對於 25 項重要的監控參數則每日評鑑一次，其中包括發電效率和 Primary Control Volume(PCV)洩漏等監控參數。依實際運轉經驗，每月執行 2500 項參數評鑑，「異常」顯示的比率約為 2~3%(50~80 項)。通常，50~80 項異常顯示中約有 10 項為設備維護或不良。每月評鑑的結果須召開評鑑會議，評鑑小組成員包括廠內資深運轉員、技術員與關鍵設備(元件)維護人員(承包商)，會議就評鑑結果進行審查，擬定矯正措施或進一步監控機制，並定期將正常狀態下的不合理顯示回饋系統，進行近似式和標準偏差的必要修正。

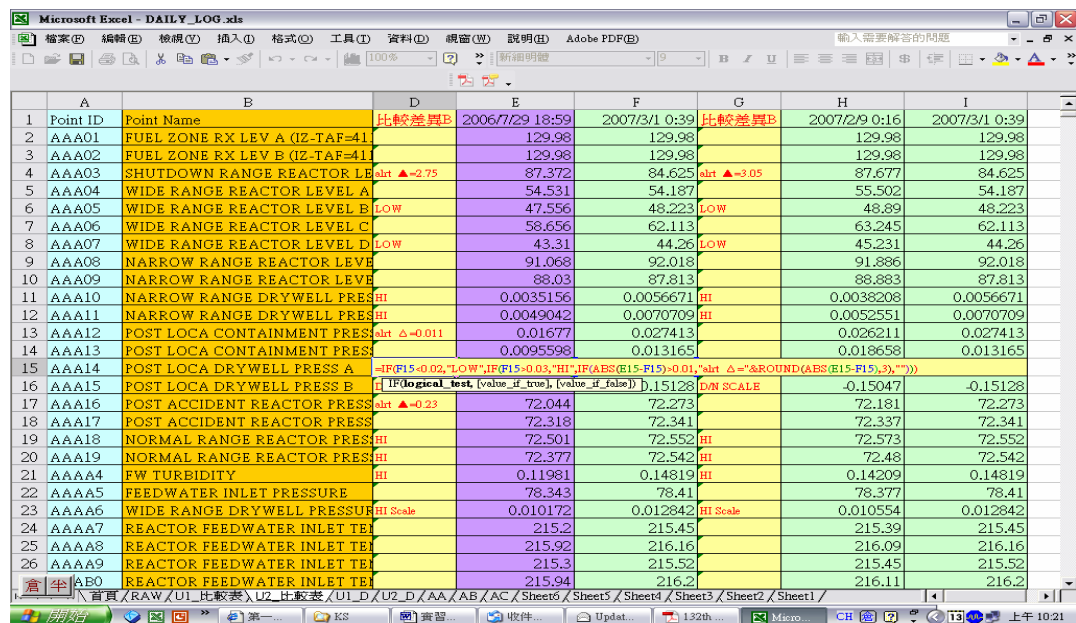
雖然參數間相關度的依存變數 X1 可擴展至 X2，甚至擴展至 X3，但實務應用上，除發電效率、冷凝器真空和飼水流量擴展至 X2 外，餘皆僅以最大的相關度 X1 進行評鑑。

於線上模擬中亦發現：近似式雖然可模擬至二次式，但以線性的近似式仍能有效進行 90%以上的有效評鑑。

(五)經驗回饋

1.核二廠與島根電廠系統與應用比較

如之前所言，國內核電廠於該系統開發的同時亦發展單以趨勢監控的系統，輔佐運轉員監控運轉實況。以核二廠為例，ERF 追蹤參數共約 3000 項，其中包括類比信號和數位信號。機組大修滿載穩定運轉後，擷取 3000 項的運轉現值作為基礎標準值，參照警報設定值、儀器動作值，結合運轉經驗值訂定各參數的接受標準範圍。每日二值利用一趨勢執行程式擷取當日 3000 項之參數現值，轉檔至 Excel 工作表中，利用既定巨集程式進行逐一比較，超出標準範圍者，提供警示功能(圖 4-7~13)。當時，研發者單以運轉專業切入，未全面納入其他領域的專業知能，多年施行後，失真的異常警示出現頻繁度過高，造成運轉員判讀困擾，亦失卻原始開發之初衷。



Point ID	Point Name	比較差異B	2006/7/29 18:59	2007/3/1 0:39	比較差異B	2007/2/9 0:16	2007/3/1 0:39
AAA01	FUEL ZONE RX LEV A (I2-TAF=41		129.98	129.98		129.98	129.98
AAA02	FUEL ZONE RX LEV B (I2-TAF=41		129.98	129.98		129.98	129.98
AAA03	SHUTDOWN RANGE REACTOR LE	slrt ▲~2.75	87.372	84.625	slrt ▲~3.05	87.677	84.625
AAA04	WIDE RANGE REACTOR LEVEL A		54.531	54.187		55.502	54.187
AAA05	WIDE RANGE REACTOR LEVEL B	LOW	47.556	48.223	LOW	48.89	48.223
AAA06	WIDE RANGE REACTOR LEVEL C		58.656	62.113		63.245	62.113
AAA07	WIDE RANGE REACTOR LEVEL D	LOW	43.31	44.26	LOW	45.231	44.26
AAA08	NARROW RANGE REACTOR LEVE		91.068	92.018		91.886	92.018
AAA09	NARROW RANGE REACTOR LEVE		88.03	87.813		88.883	87.813
AAA10	NARROW RANGE DRYWELL PRES	HI	0.0035156	0.0056671	HI	0.0038208	0.0056671
AAA11	NARROW RANGE DRYWELL PRES	HI	0.0049042	0.0070709	HI	0.0052551	0.0070709
AAA12	POST LOCA CONTAINMENT PRES	slrt ▲~0.011	0.01677	0.027413		0.026211	0.027413
AAA13	POST LOCA CONTAINMENT PRES		0.0095598	0.013165		0.018658	0.013165
AAA14	POST LOCA DRYWELL PRESS A	=IF(F15<0.02,"LOW",IF(F15<0.03,"HI",IF(ABS(E15-F15)>0.01,"slrt ▲~"&ROUND(ABS(E15-F15),2),""))					
AAA15	POST LOCA DRYWELL PRESS B	=IF(logical_test, (value_if_true), (value_if_false))					
AAA16	POST ACCIDENT REACTOR PRESS	slrt ▲~0.23	72.044	72.273	D/N SCALE	-0.15047	-0.15128
AAA17	POST ACCIDENT REACTOR PRESS		72.318	72.341		72.181	72.341
AAA18	NORMAL RANGE REACTOR PRESS	HI	72.501	72.552	HI	72.573	72.552
AAA19	NORMAL RANGE REACTOR PRESS	HI	72.377	72.542	HI	72.48	72.542
AAA44	FW TURBIDITY	HI	0.11981	0.14819	HI	0.14209	0.14819
AAA45	FEEDWATER INLET PRESSURE		78.343	78.41		78.377	78.41
AAA46	WIDE RANGE DRYWELL PRESSUR	HI Scale	0.010172	0.012842	HI Scale	0.010554	0.012842
AAA47	REACTOR FEEDWATER INLET TE		215.2	215.45		215.39	215.45
AAA48	REACTOR FEEDWATER INLET TE		215.92	216.16		216.09	216.16
AAA49	REACTOR FEEDWATER INLET TE		215.3	215.52		215.45	215.52
AB0	REACTOR FEEDWATER INLET TE		215.94	216.2		216.11	216.2

圖 4-7~13 核二廠 運轉數據監控系統

今對照二套系統的差異性，檢討核二廠現行系統亟需改進之處：

項次	比較主題	島根核電廠 「運轉數據評鑑系統」	核二廠 「運轉數據監控系統」
1	資料庫對照基礎數據	前一燃料週期運轉數據(每項約400點)	大修滿載運轉後單日數據
2	偏差值計算基礎	以統計理論，足量的數據組計算取得近似式	單日數據單一值作為計算基礎
3	標準偏差計算	以統計理論，足量的數據組計算取得偏差 $\sigma 1$ 和最大變化量 $\sigma 2$	警報設定值、儀器設定點結合運轉經驗值訂定
4	傾向分析	以5次數據的連續傾向作為異常警示	無此分析
5	數據間相關度	以相關度進行計算評鑑的基礎	不考慮數據間的相關度
6	作業平台	以ASP網頁作為執行平台	無特定設計之作業平台
7	執行者	技術部門專業人員	運轉員
8	執行頻度	25項每日評鑑一次，餘約2500項每月評鑑一次	3000項每日評鑑一次
9	評鑑結果展開	召開評鑑審查會議，擬定矯正措施或監測機制	運轉員判斷追蹤
10	評鑑範圍	所有可供採集的數據(包含巡檢紀錄)，不包括數位信號	ERF數據(不包含巡檢紀錄)，包括數位信號
11	採用軟體	ASP、擷取執行檔、Excel、Excel函數	擷取執行檔、Excel
12	人機介面	人為介入流程與可操作項目有嚴格客觀之規範	憑運轉員經驗進行數據調整

比較二套系統最大的差異在於「運轉數據評鑑系統」納入了統計的理論，樣本較客觀與足夠，以參數之間的相關度計算合理之標準偏差，減少人為主觀的裁量，真實反應參數變化狀態。以執行面言，「運轉數據評鑑系統」評鑑過程與結果展開有一定的規範，系統排定專人管理，儼如電廠運轉設備診斷的工具。反觀「核二廠」因原開發系統只定位運轉員監控之輔助工具，非由專人管理，加上設計上的缺陷造成執行上的困擾，使用的成效不彰。

2. 建議

2003年，「核研所」為三座核能電廠發展一套電廠發電效率監控系統，每日採集發電效率有關之參數，進行長期監控，其仍以不同時點的差異對照作為設計主軸，並無參數間相關度的統計關聯監控，所仰賴仍是運轉經驗的延伸。長

久使用經驗來看，因其必須依靠時間累積足夠的樣本點，因此必須發電量發生明顯差異和長時間趨勢變化，才能明顯查覺，事後的肇因追查仍須仰賴資深運轉員和技術員進行研判。

若經評估認為「**運轉數據評鑑系統**」具有開發價值，對電廠設備可靠度的提昇確有正面助益，考量可分二階段著手進行研發：

(1)**小範圍試行**：對核能電廠效率監控系統所累積的資料庫，進行篩選作為相關度、近似式、標準偏差的計算基礎。以電廠發電效率相關參數建立模組試行。

(2)**全面研發**：以電廠發電效率模組作為基礎，評估確有明顯效益，電廠組成研發小組，仿「島根核能電廠」進行全面系統建立。依「島根核能電廠」經驗，小組成員必須廣納有運轉經驗者、維護經驗者、統計基礎理論者和程式設計者等。因此，建議由廠內相關經驗者作為小組成員進行研發，避免基礎性的相關度聯結失真，誤導後續程式的開發方向。

(六)結語

實習期間，承蒙「中電人材活性化部門」副長和田 博先生、翻譯何資宜小姐與「島根核能電廠」電氣部門與運轉部門的全力協助，惜因見習日數過短，無法實際進行完整評鑑流程的操作與細部評鑑，但感謝電氣課副長山本 悟先生與系統開發者島飼 真先生仔細的解說與線上模擬，對於個人疑問處，不厭其煩的解說釋疑。語言的障礙並未阻礙彼此專業的交流，於投足和言談間自然流露彼此對核能技術本業的熱愛，一份相知相惜的友誼無形在核能共通的術語中建立。

赴日本廣島後，得知歷年來之中電交流團成員，從未遠赴核能電廠實習，尤其廣島市至「島根核能電廠」單程車程長達 4 小時，中電如此費心安排，讓我備感機會難得，尤其廠方除實習主題費心指導外，另額外安排線上實習，惜因著作權與專利權之故，無法進一步取得相關日文論文與程式資源。在廠期間，廠方另簡報了「中電」在核能發電的展望，得知該公司除興建中之島根 3 號機外，預定明年開始動工興建上關 1、2 號機，目標於將目前核電裝置容量 8%提昇至 30%，提昇「中電」能源供給安全度與發電成本的競爭力。尤其參觀興建中的 3 號機，對其工地管理與民眾教育設施留下深刻印象。實習期間，值 2 號機進行大修，對於大修控制室的亂度管控與運轉機組常規降載操作亦多所瞭解。而初訪之時，能夠

當面向技術課長岩崎 晃先生道謝，感謝 8 月時協助有關日本「電源三法」地方回饋資料的搜集，言談之間，岩崎先生對於能夠協助乙事，亦感有榮焉。如此再再顯示除公司與中電友誼深耕外，島根核能電廠與核二廠姊妹廠情誼亦與日俱深。



與山本 悟先生(右二)、島飼 真先生(右一)、和田 博先生(左一)
於會議室合影



與大田 康夫先生(建設所 技術課長, 右一)、奈良井 宏之先生(技術課電氣課長, 左二)、和田 博先生(左一)於3號機建廠工地合影

八、輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統－林國源

(一)前言

自民國八十二年，公共工程委員會大力推動三級品管制度以來，國內公共工程的管理及施工品質，已有顯著的進步，身為工程界的一員，除了與有榮焉外，也對先進國家管控公共工程的作法深感好奇，有亟欲一探究竟的渴望。故當得知有機會赴中電觀摩研習本主題時，心中之雀躍實難以名狀。

此次研習主題為「輸變電建設之施工品質管制及品質保證系統」，在日期間，和中電人士多方交換意見，盡力去瞭解中電在施工品質方面之管控方式與技巧，希望能對往後本公司相關業務之水準提升有所助益。

(二)中電概要

1. 中國電力株式會社之概要

(1)中國電力株式會社位於日本的本州的西側，供電區域包括鳥取、岡山、廣島、島根、山口等縣，人口約 770 萬，面積約 32,275 平方公里，服務用戶數約 5,171,827 戶，其中百分之四十的電力是由山口縣之發電廠提供，主要用電區域大多集中於廣島縣市，電力系統分為 500KV、220KV、110KV、66KV、22KV、6.6KV 等電壓等級，其供電運作體制之電力系統係由基幹系統及區域系統 (220KV 以下系統，以制御所為中心成放射狀分佈)所構成。

(2)目前除了沖繩電力株式會社，其餘九家(包括中國、北海道、東北、東京、中部、北陸、關西、四國、九州)電力株式會社所建構之電力網，供應全日本所需之用電。其中東京、東北及北海道等電力株式會社位於東日本，其供電頻率為 50HZ，而中國、中部、北陸、關西、四國、九州、沖繩等電力株式會社則位於西日本，其供電頻率為 60HZ，由於頻率不同，當需相互支援融通時，須經介於其間之兩個頻率變換所(新信濃及佐久間)轉換運用，以維持正常運作。

(3)中電總公司位於廣島市，其電力系統的輸、變電及相關業務係由流通事業本部(即 POWER SYSTEM DEPARTMENT)負責規劃設計及管理，就組織系統而言，

從幹線級的中央給電指令所、基幹給電制御所到區域級的電力所、制御所(控制中心)、變電所，完全屬於流通事業本部(即電力系統部門)管轄，調度及操作一元化，人員的派遣深具彈性。廣島市的營業用電、用戶服務及轄區配電系統等則由販賣事業本部負責，電源事業本部則負責大型電源(如核能、火力)的開發工作。

2. 中電輸變電建設部門之業務分工

(1) 工作職掌

A. 流通事業中心負責：

(A) 所有新建工程

(B) 大型改建工程

B. 電力所負責：

改建、修繕工程

C. 流通事業中心權限高於電力所

(2) 工作調派

A. 設計、監工由同一人員負責；「終了檢查」時，同課之課長(或副課長)參與

B. 「使用前檢查」時，通知其他部門人員參與

C. 不常輪調

(3) 大部分承包商皆為自己子公司，少數為外界公司

3. 中國電力株式會社組織如圖 4-8~1

4. 負責電力系統之流通事業本部組織如圖 4-8~2

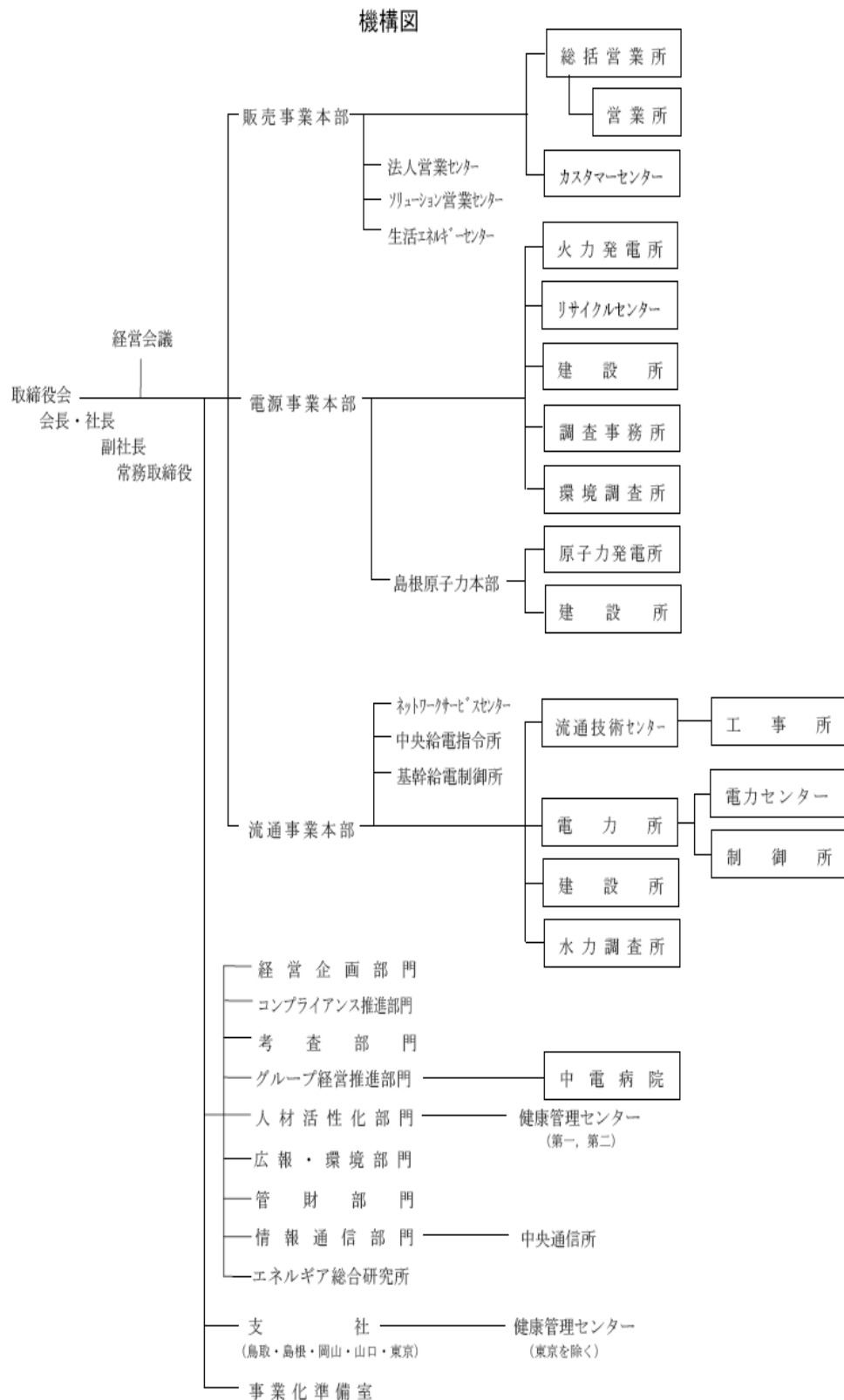


圖 4-8~1 中國電力株式會社組織圖

機構図（流通事業本部）

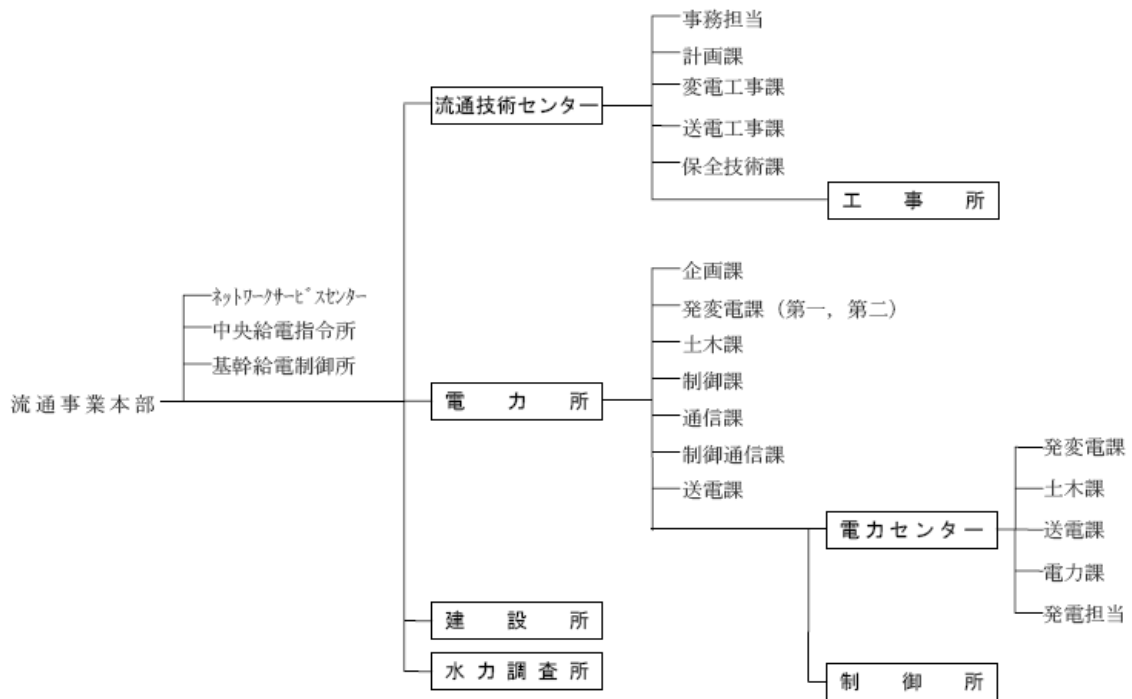


圖 4-8~2 流通事業本部組織圖

5.流通事業本部職掌

(1) 水力発電・内燃力発電・風力発電・送電・変電設備の建設・運転・保守の一元的管理による高品質な電力の生産・供給 (2) 安定的かつ経済的な系統運用・需給運用 (3) 接続供給契約、振替供給契約	(ネットワークサービスセンター) 接続供給契約。振替供給契約。 (中央給電指令所) 需給運用。系統運用。給電指令。 (基幹給電制御所) 系統運用。給電指令。変電設備の運転。
流通技術センター【工事所を含む】 水力発電・内燃力発電・風力発電・送電・変電設備の工事および工事・設計・保全の技術開発による高品質な電力の生産・供給	流通技術センター - 電力関係：送電設備、変電設備（電気関係）の工事。水力発電・内燃力発電（電気関係）、送電設備、変電設備（電気関係）等の工事・設計・保全に関する技術の調査・研究・開発。 - 総務関係：所内の事務。 工事所 - 電力関係：送電設備、変電設備（電気関係）の工事。 - 総務関係：所内の事務。
電力所【電力センター、制御所を含む】 (1) 水力発電・内燃力発電・風力発電・送電・変電・通信設備、制御・系統保護装置の工事（流通技術センターで実施するものを除く）・運転・運用・保守による高品質な電力の生産・供給 (2) 安定的かつ経済的な電力系統の運用	電力所 - 電力関係：水力発電・内燃力発電設備（電気関係）、送電設備、変電設備（電気関係）、制御装置、系統保護装置の工事・保守。 - 土木関係：土木関係の工事・保守。 - 通信関係：通信設備の工事・保守および通信設備・通信回線の運用。 - 総務関係：所内の事務。 電力センター（隠岐電力センターを除く） - 電力関係：水力発電・内燃力発電設備（電気関係）、送電設備、変電設備（電気関係）の工事・保守。 - 土木関係：土木関係の工事・保守。 隠岐電力センター - 電力関係：水力発電・内燃力発電設備（電気関係）、送電設備の工事。水力発電・内燃力発電・送電設備の保守。発電設備の運転。所管系統の運用。 制御所 - 電力関係：発電・変電・開閉設備の運転。所管系統の運用。
建設所 水力発電設備の建設工事	水力調査所 水力発電設備の調査・折衝等建設準備

(三)中電品質管理系統之運作

1.品質系統建構與概要

(1)電氣事業法的變革重點(1999 年修正，2000 年 7 月 1 日開始實施部分)

A.自己責任原則(1995 年迄今)

(A)技術基準

(B)安全管理規程的申報

(C)主任技術者的選任

B.放寬安全管理規定

(A)工程計畫由許可制改為報備制(核能部門除外)

(B)使用前政府主管機關執行檢查之範圍縮小(核能部門除外)

(C)改採「安全管理審查制度」：強調事業單位有實施自主檢查之義務

C.提倡自主安全管理

實施自主檢查表現優良者，三年免審查

(2)「安全管理審查制度」及規定事項

A.制度設計

(A)事業單位應依技術基準實施自主檢查，並留存紀錄。

(B)事業單位之自主檢查體制(包括組織、檢查方法、工程管理運作狀況等)，有接受主管機關審查之義務。

(C)主管機關應將對事業單位自主檢查體制之審查結果，通知該事業單位。

(D)事業單位之自主檢查體制表現優良者，主管機關審查頻率可降低。

B.規定要求事項

(A)安全管理審查實施要領(內規)

a.系統安全管理審查基準

(a)品質系統(組織、程序書、紀錄等)相關規定

(b)ISO9000s(JISZ9901)系列標準

b.個別安全管理審查基準

檢查要領、紀錄(依各類技術基準、經濟產業省命令等所彙集)

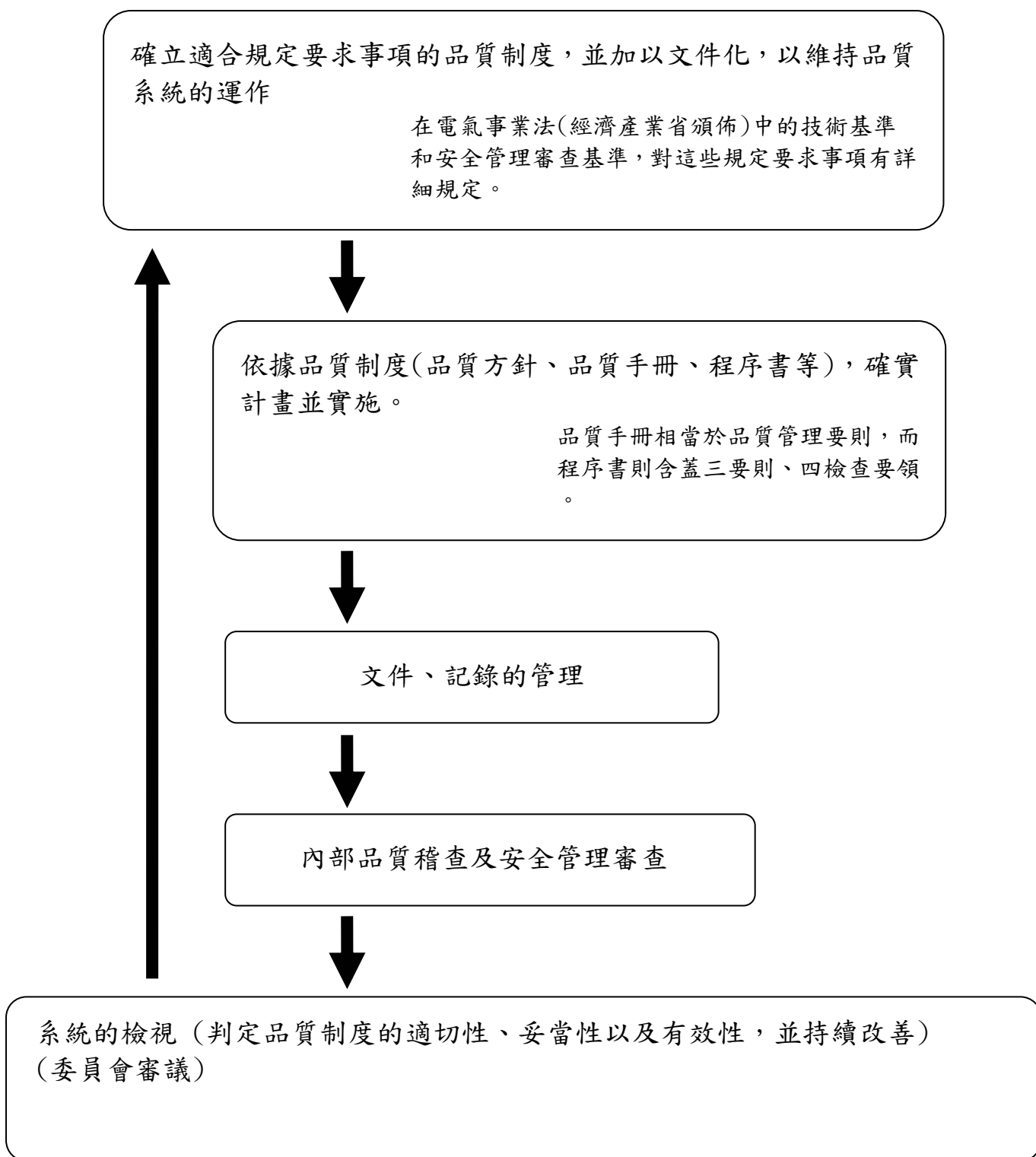
(B)相關要領參酌電氣事業法施行細則第 73 條第 4 款之解釋

電氣事業法施行細則第 73 條第 4 款，係規範使用前自主檢查之要領、方法、判定基準。

C.安全管理審查內容

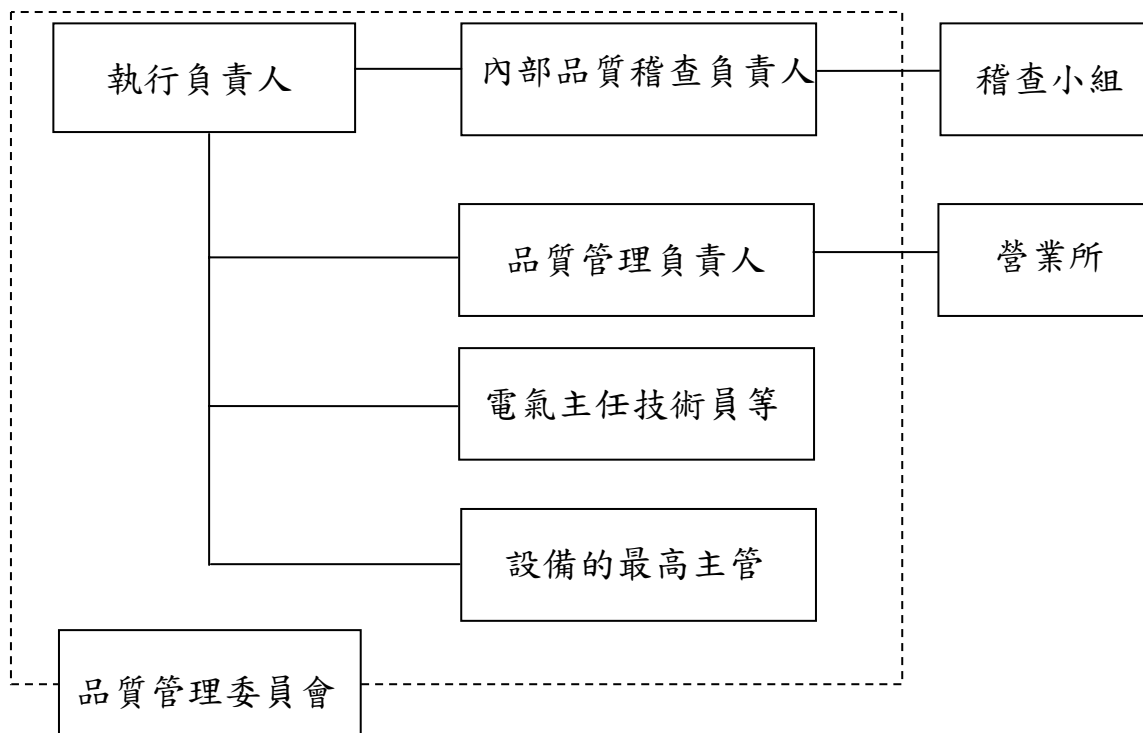
安 全 管 理 審 查 內 容		
項目	系統安全管理審查/再審	個別安全管理審查
申請審查單位	提出電氣工作物變更申報書之機構	同左
審查對象	每次法定使用前之自主檢查；表現良好者，三年免審查	每次法定使用前自主檢查
審查內容	法定使用前自主檢查體制是否有效運作，包括： 文書審查(總公司) • 自主檢查之體制 • 自主檢查之文件管理 實地審查(電力所) • 電力所之自主檢查體制、文件管理 • 實施自主檢查之方法、工程管理	法定使用前自主檢查體制是否有效運作，包括： 文書審查 • 略 • 略 實地審查(同左) • 同左 • 同左

(3)品質系統審查、執行(PDCA)的重點



(4)

組織構成的重點

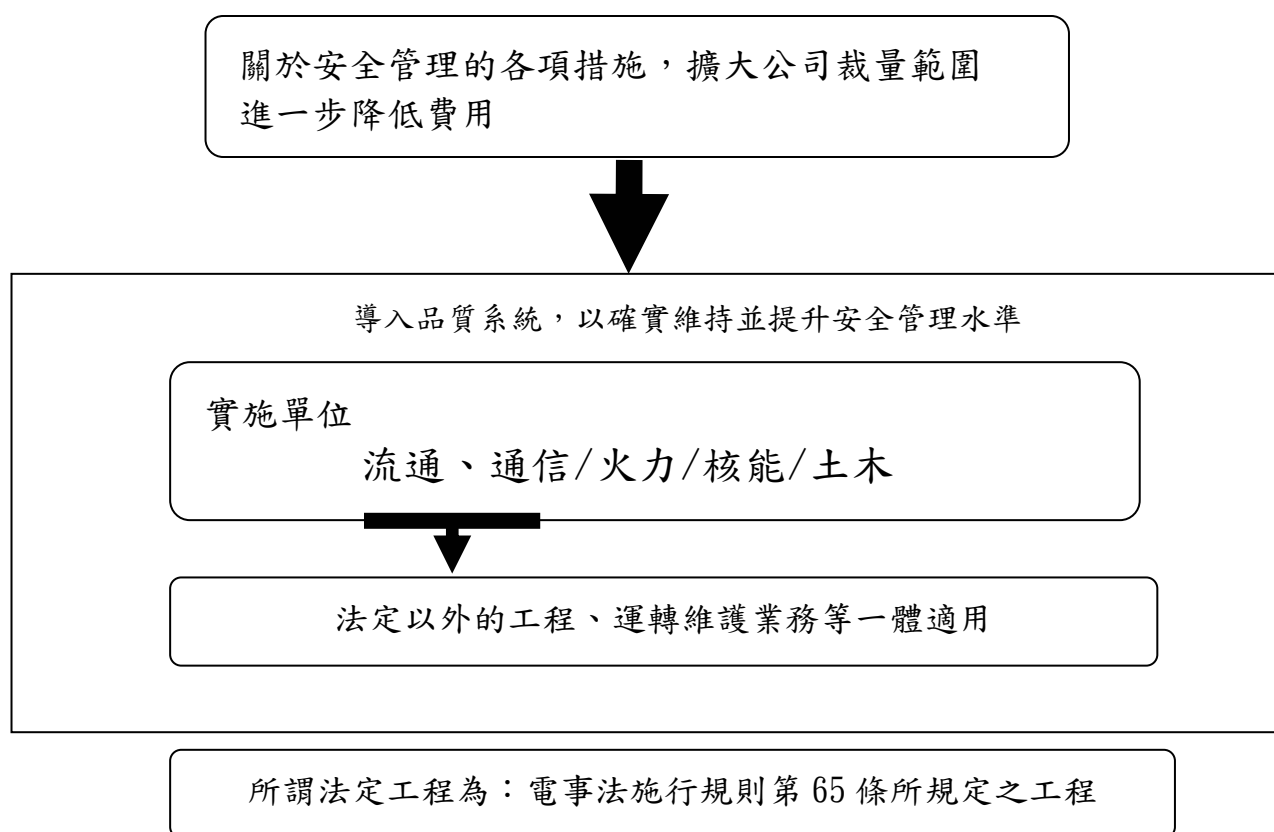


職稱	工作項目
執行負責人	品質制度的統籌。
品質管理負責人	確立、實行並維持品質制度。
內部品質稽查負責人	稽查小組(判別制度的有效與否)的統籌。
電氣主任技術員	1.關於電氣工作物的安全判斷，指示。 2.指導並監督自主檢查，核准計畫，判別執行結果。核准紀錄，並將計畫及實施結果向品質管理負責人報告。 3.安全管理審查的決行者。

(5)JIS 的運用

ISO(國際規定)	JIS(國家規定)
ISO 9000 - 2000	JISQ9000 : 2000(品質管理系統-基本，用語)
ISO 9001 - 2000 (舊 ISO9001-1994)	JISQ9001 : 2000(品質管理系統-要求事項) (舊 JISZ9901-1998)
ISO 9004 - 2000	JISQ9004 : 2000(品質管理系統-每月的改善指針)
ISO 19011 - 2002	JISQ19011 : 2003(品質及環境管理、監督指針)

(6)中電公司的因應對策(2000.6.14 總經理決定)



(7)流通關係的品質制度文書制定過程

2000.7.4 四要則制定

工務關係品質管理要則

工務關係品質系統文書處理要則

工務關係品質紀錄處理要則

工務關係內部品質監督要則

2000.7.5~6 三要領制定

使用前自主檢查要領(送電關係)

使用前自主檢查要領(發變電關係)

使用前自主檢查要領(通信關係)

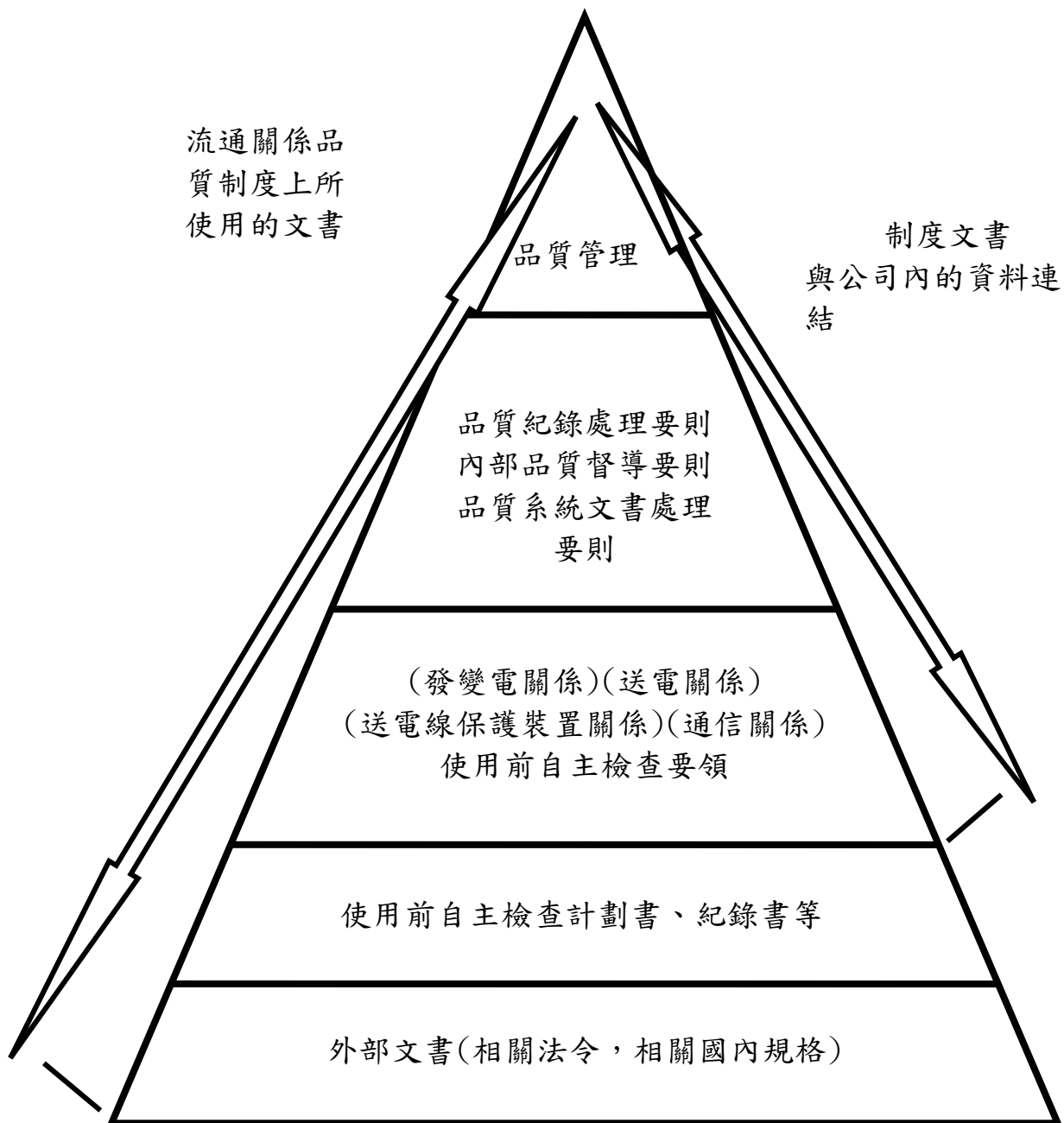
2001.10.1 流通事業本部的因應對策

將四要則及三要領從工務關係轉換至流通關係

2002.05.08 系統保護裝置關係的分離

將使用前自主檢查要領(系統保護裝置關係)從發變電關係中分離，重新制定。

(8)流通關係品質系統所使用之文書



2. 實施自主檢查所依據之電氣事業法相關規定

(電氣製作物等的變更)

●第九條

電氣事業者對於經濟產業省令中第六條第二項第四號的事項規定中，若有重大變更時，必須申報經濟產業大臣。

電氣事業者對於第六條第二項第二號的規定事項中若有變更者，同時又有同項第四號規定事項變更者(去除前項所規定的內容)的情形、導致延滯發生，上述情事必須申報經濟產業大臣。

依第一項規定中提出申請的電氣業主，於申請被受理日起 20 天後，不得對申請內容再變更。

(工程計畫)

●第四十七條

在經濟產業省令有規定的事項中，事業用電氣工作物的設置等工程有變更時，工程計畫的相關資料必須經由經濟產業大臣認可。(注)施行規則第 62 條 附表第二中欄(核能、特殊物等)

(工程計畫的事前申請)

●第四十八條

在經濟產業省令規定的事項中，事業用電氣工作物的設置等工程有變更時，工程計畫的相關資料必須向經濟產業大臣(一部分的權限委讓；中國四國產業品保安全監督部 2005.4.1 施行)申請認可。

(電氣事業法施行規則(如以下規定)第 65 條…附表第二下欄)

(水力發電所設置 所有的工程)

(水力發電所改造 $P \geq 30\text{MW}$ and 周波數的變更

$P \geq 30\text{MW}$ and $V \geq 20\%$ ，或 $P \geq 20\%$)…等

(內燃力發電所設置 $P \geq 10\text{MW}$)

(變電所設置 $V \geq 170\text{kV}$)

(變壓器變更 $V \geq 170\text{kV}$ and $\text{kVA} \geq 100\text{MVA}$)…等

(送電線設置 $V \geq 170\text{kV}$)

(送電線變更 $V \geq 170\text{kV}$ and $L \geq 1\text{km}$)…等

(需要設備設置 $V \geq 10\text{kV}$)…等

(在重要場所的事業用電氣設備失靈，而遭致損壞等災害情事，得停止正在進行的工程。)

(使用前檢查)

- 第四十九條 經濟產業省令規定，第四十七條中獲得認可的事業用電氣工作物必須經由經濟產業大臣檢查合格，才可以使用。

(規則 68)

上述規定適用於下列事項外之發電所相關事務。

- (1)水利發電所有關的事務
- (2)火力發電所有關的事務
- (3)燃料電池發電所有關的事務
- (4)太陽電池發電所有關的事務
- (5)風力發電所有關的事務

(使用前安全管理檢查)

(注) 法定使用前自主檢查

- 1.第五十條之二 依第四十八條第一項的規定申請事業用電氣工作物的範圍內，經濟產業省令規定：※1 設備，在開始使用設備前，須先行自主檢查並紀錄結果※2 妥善保存紀錄。

(規則 73 條之 2-2)

※1 指下列所述以外的設備

水利發電所 $H < 15\text{m}$ and $P < 30\text{MW}$

內燃力發電所

變更工程的 SC, ShR, L

EG

試驗使用設備……等

(規則 73 條之 5-2)

※ 2 除水力發電所設備為持續保存，其他則保存 5 年

(使用前自主檢查)

- 2.第五十條之二

前項的檢查(以下以「使用前自主檢查」稱之)結果，必須依以下規定逐一確認其適合性。

(1)是否依第四十八條第一項規定所提出的工程計畫執行。

(2)是否適合經濟產業省令中規定的技術基準。

(規則 73 條之三) 下列工程進行時，要做自主檢查

◆ $H \geq 15\text{m}$ 的水壩灌製壩體混凝土及蓄水時

◆ 部分運開時

◆ 工程完工時

(規則 73 條之四) 使用前自主檢查，應針對電氣工作物各部份的損傷、變形、機能等狀況來執行，並充分確認是否符合所提出的工程計畫中之技術基準。

(使用前安全管理檢查) 有關審查期間規定

● 3.第五十條之二

實施使用前自主檢查的體制，在經濟產業省令所規定的時間，必須接受經濟產業大臣(一部分權限委讓；中國四國產業品保安全督導部長 2005.4.1 施行)審查。

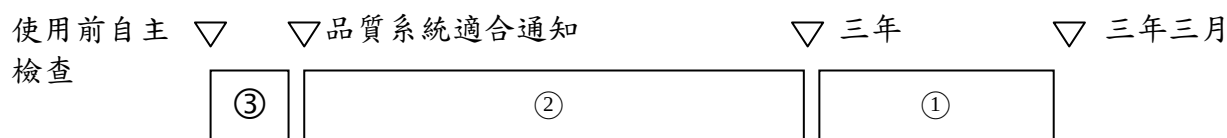
(規則 73 條之六)

經濟產業省規定的審查時間如下：

(1)實施使用前自主檢查的再審查期限，為通知受理日起 3 年至 3 年 3 個月。

(2)「使用前安全管理審查」的再審查期限為，接獲通知起不超過 3 年內，必須接受經濟產業大臣再審查。

(3)除再審查期間外之工程，皆應實施使用前自主檢查。



(審查內容)

● 4.第五十條之二

審查的內容包括事業用電氣工作物的安全管理、使用前自主檢查的組織、檢查的方法、工程管理等其他經濟產業省令規定的事項。

(規則 73 條之 5)

(1)檢查年月日

(2)檢查的對象

(3)檢查的方法

(4)檢查的結果

(5)實施檢查者的姓名

(6)根據檢查結果所記註補修措施的內容

* (1)~(6) 有關發電用水力設備的事務資料持續保持，其他項次則在自主檢查後保存 5 年。

(7)實施檢查的組織

(8)和實施檢查相關的工程管理

(9)有協助檢查的協辦人員時，該協辦人員的相關管理事項

(10)有關檢查紀錄的管理事項

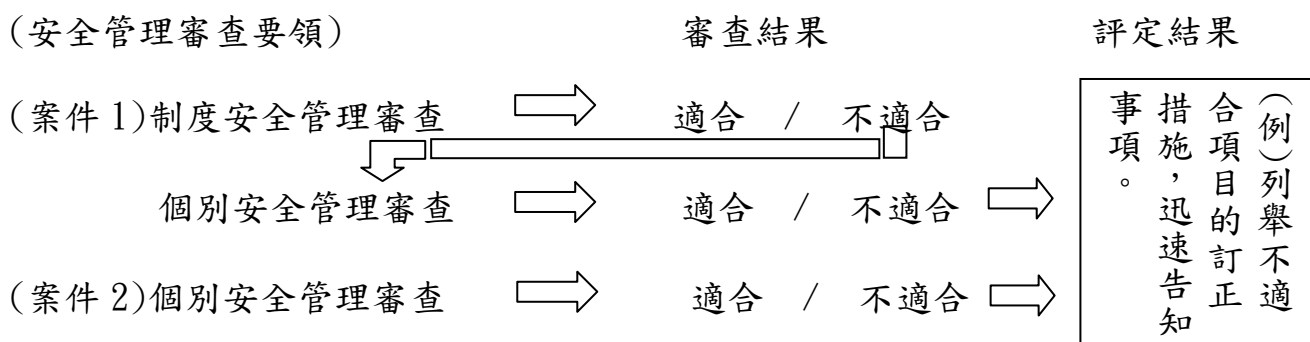
(11)有關檢查教育訓練的事項

* (7)~(11) 保存至安全管理審查合格通知。

(審查通知)

● 5 第五十條之二

經濟產業大臣(一部權限委讓；中國四國產業品保安全監督部長 2005.4.1 施行) 必須通知受審查者相關審查及評定結果。



(四)中電和台電施工品質管理之比較

1.我國傳統施工品質監督方法檢討

傳統之工程監督工作有下列待改善現象：

- (1)承包商自認為僅須負責施工作業，視品質為甲方之責任，一切相關事項完全由甲方監工人員認定。
- (2)監造人員無一套完整檢查標準可依循，包括：檢查項目、順序、時機、頻率、方法、步驟、依據及容許誤差等，常有灰色地帶；再加上個人學養、觀點、經驗、技能及敬業精神等因素，造成同一工程若經由不同人員監造，則品質常會有所不同。
- (3)上級主管單位無完整督導組織，缺失往往在事後方能發現，卻已無法補救。
- (4)國人守法概念差，常見生活中之脫序行為，如交通秩序紊亂、不排隊、走後門等；而營繕工程亦然，若無監造單位督導，則承包商、協力廠商、工人會乘機偷工減料，愈顯監工人員之重要。
- (5)社會上不重視土木工程師，認定為次等工程師，故無法吸引優秀人才用心工作，惡性循環結果，造成公共工程施工品質日趨低落。
- (6)以往甲方權威性大，一般承包商、工人鮮少有反抗者，現在時代變遷，民主意識提高，承包商、工人不再如往昔般順從，凡事必須溝通，讓對方信服，才能順利推展工作，所以如果沒有真本事者，承包商及工人必定起而反抗，糾紛迭起，無法順利達成目標。

2.我國現行之公共工程品質管理

(1)公共工程品質管理制度之推動

- A.為加強公共工程品質之管理，提升工程建設之品質、建立有效之品質管理系統，行政院於82年10月7日以台八十二內字第三五三七〇號函頒布「公共工程施工品質管理制度」，建立承包商「施工品質管制系統」、主辦工程單位「施工品質保證系統」及主管機關「工程施工品質評鑑制度」三個層級的品質管理架構。91年2月依政府採購法第70條規定將第三層級修改為施工品質查核機制。
- B.行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）為落實公共工程施工品質管理制度，於85年訂定「公共工程施工品質管理作業要點」（以下簡稱作業要點），對於公共工程三級品管制度的實施方式加以規範，最新修正日期為

96 年 9 月 20 日。工程會為強化主管機關督導功能，於 91 年 2 月修正政府採購法第 70 條規定，91 年 8 月發布工程施工查核小組組織準則及作業辦法兩子法，92 年 9 月修正工程施工查核小組作業辦法，92 年 9 月函頒工程施工查核小組績效考核作業要點，最新修正日期為 97 年 5 月 19 日。

(2)公共工程品質管理制度實施成果檢討

A.統計歷年來工程查核缺失的情形，仍以制度面的缺失為主，也就是主辦機關、專案管理廠商、監造單位以及承攬廠商在品質管理的步驟上未能落實執行，在查閱檔案資料時常可發現有敷衍、造假或徒具形式等現象，以致品管制度的施行對品質的提升沒有貢獻反而增加額外的工務作業負擔。

B.上述現象的發生，可能和一般人尚認為品質管制就是在談論品質技術及方法有關。事實上，品管觀念已從 1900 年作業員品管時代，進步到今天「全面品質管理」時代，現在講求的，不僅僅是品質技術手法，實已涵蓋到管理制度及經營理念層面上，成為企業改善體質、尋求永續發展的最優先考量。唯有深切體認到這一層，相關從業人員才會從心裡願意落實各個階段的品質措施，這是我們今後要全力以赴的目標。

3.中電和台電在施工品質管理上之差異

在日觀摩期間，曾提出下列關鍵性問題就教於日方，以瞭解雙方作法之異同：

Q1：日本有無類似台灣之「公共工程施工(三級)品質管理制度」？

(第一級：承包商，第二級：主辦單位，第三級：上級主管機關)

→中電答：沒有

Q2：日本政府主管公共工程之部會為何？在公共工程管理上扮演何種角色？有無像台灣訂有「公共工程施工品質管理作業要點」，規範相關作業；並建立「標案管理系統」，掌控各公共工程之施工概況？電力建設計畫、施工等事項，是否需報請主管機關核可？

→中電答：

(1)日本政府主管公共工程之部會為經產省(經濟產業省)

(2)日本政府對公共工程管理，強調事業單位自主，政府僅做原則性審查(表現良好者，還可給予三年期間免審查)；對工程計畫之管理，目前已由早期之核准

制，放寬為報備制；並未建立類似台灣「標案管理系統」等措施，直接介入各公共工程之細部實務。

(3)對電力事業的管理，依照電氣事業法相關規定辦理。

Q3：在中電之輸變電建設工作流程(從規劃設計至完工使用)中，各部門間、以及中電和協力廠商(或子公司)間如何分工？

→中電答：

(1)設計：變電類總公司無設計，線路類當電壓>220kv 時，由總公司設計。

(2)施工：承包商大部份都是自己子公司，外面廠家也有。

(3)完工驗收

A.施工完畢後有「終了檢查」，大部分缺失皆會在該階段完成補修

B.「終了檢查」辦妥後，方可報請中電實施「使用前檢查」；「使用前檢查」會出具紀錄書，但無現場手寫稿。

C.施工中檢查所用之紀錄書，格式需和計畫書所附者相同，有變更時需加註記，並經主管核章

D.未作特別之矯正預防，著重於施工中一步一步之檢查

(4)電力所只負責小型改建、修繕；新建工程或大型改建工程則由流通事業中心負責。

Q4：中電輸變電建設施工依據之規範為何？施工過程之檢驗停留點如何訂定？有無第三者會同檢查？留下那些記錄？

→中電答：

(1)依照電氣事業法相關規定辦理。

(2)施工檢驗停留點係由公司內部有經驗人員，參酌過去案例所訂定

(3)檢驗停留點檢查時，中電人員一定會到場；其餘情況則未必到場，責由承包商自主檢查

(4)每次檢查皆會留下書面檢查記錄

(5)中電內部並未特別強調「double check」之機制；設計、監工由同一人員負責，只在「終了檢查」時，同課之課長(或副課長)會參與

Q5：中電如何從制度面確保輸變電建設之品質(摒除人性之弱點)？有無區分 QC、QA 體系？有無特別之品質保證方案(台灣電力有核能品質保證方案)？若有，則其執

行之重點為何？

→中電答：

- (1)中電為財團法人，執行策略較有彈性；施工過程由不同人員(指承包商和中電)監督，故困擾不多
- (2)在品質系統運作上，並未特別區分 QC、QA 體系，亦未訂定特別之品質保證方案

Q6：中電申請 ISO 驗證之情況如何？(何時取得驗證、驗證內容、追查情形)是否每一家分店皆獨立申請 ISO 驗證？有否要求各協力廠商(或子公司)皆須申請 ISO 驗證？

→中電答：

- (1)未申請 ISO 驗證，但文書、制度等內容皆依照 ISO 要求之標準辦理。
- (2)亦未強制要求各協力廠商(或子公司)申請 ISO 驗證

Q7：日本其他電力公司有無申請 ISO 驗證？

→中電答：皆無

Q8：中電是否實施 TQM(全面品質管理)？詳情如何？

→中電答：無。

Q9：中電的品質管制、管理活動有那些？

→中電答：

- (1)平時各部門依照品質系統規定事項辦理
- (2)每年一次，由品質系統委員會就品質系統之適切性、妥當性及有效性做審查，審查內容包括品質政策、品質手冊、程序書、文件管制、紀錄管制、內部稽核等運作情形

Q10：日本的品管思潮相關進步，是否對電力公司的管理活動造成衝擊？

→中電答：

電力公司的專業項目比較特殊，有自己穩健的管理模式，故並不易受到外界品管思潮變化的影響。

Q11：中電有無感受到工程品質愈來愈差的問題？

→中電答：無。

4. 結論

- (1)日本政府在電力建設的掌控上，僅做重點審查，大部分事項皆授權各電力公司自行辦理(即所謂「自己責任原則」)。
- (2)中電在從事各項電力建設時，完全依照日本電氣事業法之規定辦理；在品管系統上，並未特別強調 QC、QA 之分界，故無「雙重查證(double check)」機制之運作。
- (3)中電品管系統相當單純，雖在制度內容及運作上，依照 ISO 要求之標準辦理，但並未申請 ISO 驗證(其他電力公司亦然)，亦未推動 TQM(全面品質管理)。
- (4)由於中電可以自由選擇承包商(大部份都是自己子公司)，賞罰分明，故施工品質皆能維持在一定水準以上。
- (5)中電有自己穩健的管理模式，並不會因為外界品管思潮變化的影響而輕易調整(日本其他電力公司亦然)。

(五)心得與建議

1. 久聞日本人做事非常細心、體貼，在此次觀摩活動中，真正讓我們見識到了。不論是行程的掌握、儀容的整潔、場地的安排、對來賓的招呼，甚至到用餐氣氛的形塑，中電都充分展現出以客為尊的巧思，我突然領悟到，「在細節用心」是先進國家的表徵，也是精緻文化的一部分。以前曾聽說有某件台日合資的深開挖基礎工程，在工程進行中，日方人員對施工過程鉅細靡遺地做紀錄，我方人員則自恃聰敏，認為不需多此一舉，結果多年後，當工程某一環節需要檢討時，我方人員不得不回頭求助日方，才發覺對方用心之深，實在不可等閒視之。
2. 在品管理念上，有所謂推論性品質，即消費者會因製造者的各種特徵或舉止，而對其所生產的產品品質有所聯想。如看到建築工人嚼檳榔口出三字經、房屋有漏水現象、施工現場凌亂不堪、、、等，就會直覺想到，相關人員的工作態度一定草率，因而得出其施工品質不佳的推論。就工程專業而言，這種因果關係雖尚無直接數據，但「見微知著」古有明訓，影響力自是不可小覷。在品管觀念的演進中，先後經過了：「品質是『檢查』出來的」、「品質是『製造』出來的」、「品質是『設計』出來的」、「品質是『管理』出來的」等進程，目前則是強調：「品質是『習慣』出來的」；綜觀中電無論在辦公室或是施工現場，人員、機具皆是井然有序、乾乾淨淨，一點都不做作，顯然「品質」已內化成他

們生活的一部分，「舉手投足皆品質」，這是值得我們好好學習的。

3. 此行最令我感嘆與羨慕的，便是中電可以自由選擇承包商。管理大師克勞士比 (Philips Crosby) 曾說過：「第一次就要把事情做對」，在工程建設的推動上，慎選好承包商就是第一次就要做對的事。以中電的例子來看，只要承包商選對了，並不須要花俏的品管制度，就能做出不錯的工程品質；反觀我們，在政府採購法的限制下，能不能找到好廠商，只有靠運氣，不能慎乎始，對後續工程的影響其實是蠻大的。最近本公司材料處有一份建議公共工程委員會修改政府採購法的提案，建請針對逾期違約金 20% 上限、對不良廠商懲罰未能及時的相關規定有所修正，不再讓某些廠商抱著吃大鍋飯的心態、得過且過，影響到公共建設的推動，我們除了樂觀其成外，更應該在法所允許的範圍內，盡力去提升本公司電力相關建設的水準。
4. 日本的工程品質舉世稱道，但此次參觀的廣島中央變電所，處處可見漏水痕跡，成面修飾也未臻理想，雖然該變電所可能係因深開挖 30 公尺、地下水位高、地質狀況不佳等因素，施工難度較高所致，但整體表現看來並非高不可攀，相較於本公司有些變電所的泥作水準，我相信我們無須妄自菲薄，只要持續用心，國內的工程品質一定有迎頭趕上的一天。
5. 中電在廣島地區是人人稱羨的企業，除了待遇良好、員工素質高、社會形象佳以外，積極參與公益活動亦是原因之一，其參與的公益活動包括：環境保育、社區服務、電力教育普及、成立文化性基金會等，對拉近與民眾距離、降低興建電力設施阻力有很大幫助；本公司在人力素質、設備資源等各方面條件，和中電相比應是不遑多讓，故應該訂定辦法，多鼓勵員工走出去，積極參與社會各項活動，和各地民眾打成一片，唯有平時培養深厚的感情，有事時民眾才會發揮一家親的精神，情義相挺，有助於本公司各項電力建設的推動。