

出國報告（出國類別：考察）

第 19 屆赴日本中國電力公司 幹部考察團出國報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李鴻洲 副總經理

陳銘樹 處長

趙復興 處長

余素貞 副處長

左重慶 副研究員

派赴國家：日本

出國期間：108 年 5 月 20 日至 105 年 5 月 24 日

報告日期：108 年 7 月 16 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第 19 屆赴日本中國電力公司幹部考察團出國報告

頁數 100 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司人資處/陳德隆/ (02)2366-7865

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

姓名	服務機關	單位	職稱	電話
李鴻洲	台灣電力公司	副總經理辦公室	副總經理	2366-6267
陳銘樹	台灣電力公司	配電處	處長	2366-8669
趙復興	台灣電力公司	核火工處南部施工處	處長	07-871-1100
余素貞	台灣電力公司	資訊系統處	副處長	2366-6982
左重慶	台灣電力公司	企劃處	副研究員	2366-6441

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會

出國期間：108 年 5 月 20 日至 108 年 5 月 24 日

派赴國家/地區：日本

報告日期：108 年 7 月 16 日

分類號/目

關鍵詞：控股公司、法人分離、中立性、戰略規劃、資產負債分割、財務模型、太陽光電併網、主變逆送電力、併網費用分攤、複循環氣渦輪機、砂樁工法、廢熱回收鍋爐、大數據、人工智慧、雲端資料中心、資通安全

內容摘要：(二百至三百字)

第 19 屆赴日本中國電力公司幹部考察團共計 5 人，由李副總經理鴻洲擔任團長，配電處陳處長銘樹擔任副團長，團員包括南部施工處趙處長復興、資訊處余副處長素貞及企劃處左副研究員重慶。

考察期間自 108 年 5 月 20 日至 108 年 5 月 24 日共計 5 天，分別就日本中國電力公司在電業自由化與組織轉型、大量太陽能併網因應策略、大型燃氣機組建廠過程經驗及大數據分析應用等相關議題進行交流，就整體背景瞭解並充分討論，另外實地參觀廣島電力所。

謹將此次考察團團員所見所聞之心得報告彙編成冊，並提出具體建議，以供本公司相關業務單位汲取寶貴經驗，俾作為本公司未來營運之參考。

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

目 錄

壹、出國目的 -----	10
貳、行程紀要 -----	11
參、共同考察項目 -----	12
一、中國電力株式會社-----	12
二、廣島電力所 -----	19
肆、個別觀摩主題 -----	25
一、電業自由化與組織轉型-----	25
二、大量太陽光電併網因應策略-----	46
三、大型燃氣機組建廠過程經驗-----	61
四、大數據分析應用-----	76
伍、心得與建議 -----	96

圖 目 錄

圖 1、日本 10 家電力公司及中國電力公司服務範圍-----	12
圖 2、中電公司銷售組成比例-----	13
圖 3、中電公司用戶群劃分售電量比例-----	13
圖 4、中電公司電源組成與主要電力設備-----	13
圖 5、中電公司 2010-2018 年經常損益(合併)-----	14
圖 6、中國電力公司控股公司型態(左)-----	14
圖 7、中國電力 S+3E 目標-----	15
圖 8、島根核能電廠 1、2、3 號機-----	15
圖 9、三隅發電廠 2 號機-----	15
圖 10、中國電力之利潤結構目標-----	17
圖 11、中國電力之域外及海外業務擴張圖示-----	17
圖 12、中國電力公司組織系統圖-----	19
圖 13、廣島電力所組織圖-----	19
圖 14、廣島電力所服務範圍圖-----	20
圖 15、輸電系統圖-----	22
圖 16、建築物概要圖-----	22
圖 17、變電所單線圖-----	23

圖 18、用戶選擇權開放之期程-----	25
圖 19、轉換至新電力公司之比例-----	26
圖 20、各地區低壓市場份額-----	26
圖 21、中國電力新電價方案-----	27
圖 22、低壓用戶參加新電價方案與網路會員情形-----	28
圖 23、九大電力公司用戶轉換至新電力公司之轉換率以及原電力 公司內部契約轉換比率-----	28
圖 24、中國電力域外售電推動計畫-----	29
圖 25、特高壓及高壓用戶轉換至新電力公司之比例-----	30
圖 26、中國電力輸配電部門法人分離籌劃歷程-----	30
圖 27、分割準備公司繼承圖示-----	31
圖 28、行為規範制定與實施期程-----	32
圖 29、禁示兼任對象-----	33
圖 30、輸配電公司的公司治理形象-----	38
圖 31、發電廠內設備分割圖示-----	40
圖 32、母公司資產負債分割後，資產負債表(BS)之變動-----	41
圖 33、母子公司定期滾動檢討財務模型-----	41
圖 34、輸配電社內分公司之組織架構-----	43
圖 35、輸配電社內分公司組織整備-----	44

圖 36、輸配整合-----	44
圖 37、變電所分割案例-----	45
圖 38、電力系統基本架構-----	46
圖 39、電力系統電壓層級-----	46
圖 40、配電設備構成-----	47
圖 41、中電公司太陽光電併網量統計-----	48
圖 42、用戶端電壓升降示意圖-----	49
圖 43、白天太陽光電發電造成電壓上昇-----	49
圖 44、中電公司電壓控制對策-----	51
圖 45、電壓控制之用戶對策-----	52
圖 46、太陽光電電壓調控方法-----	52
圖 47、自動電壓調整器電壓調控對策-----	53
圖 48、配電饋線允許最大併網量案例-----	54
圖 49、變電所內主變逆送電力限制放寬前後比較圖-----	55
圖 50、變電所配電饋線電壓為 6kV 之主變逆送電力評估流程----	55
圖 51、變電所配電饋線電壓為 6kV 及 22kV 之主變逆送電力評估 流程-----	56
圖 52、太陽光電併網費用分攤方概要(一)-----	57
圖 53、太陽光電併網費用分攤方概要(二)-----	57

圖 54、設備更新帶來之受益具體實例圖-----	58
圖 55、設備精簡帶來之受益具體實例圖-----	58
圖 56、供電穩定度提高帶來之受益具體實例圖-----	59
圖 57、超過一般負擔之上限金額實例圖-----	59
圖 58、逆送電力對策費用實例圖-----	60
圖 59、日本新世代火力電廠發展趨勢圖-----	62
圖 60、柳井電廠更新 GT 型式-----	63
圖 61、三菱日立電力(MHPS) H100 型-----	63
圖 62、H100 GT HP+LP turbine 剖視圖-----	64
圖 63、水島一號機燃氣設備系統圖-----	65
圖 64、複循環 HRSG 鍋爐運輸定位安裝過程-----	68
圖 65、發電機運輸定位過程-----	69
圖 66、大林發電機運輸吊裝定位過程-----	70
圖 67、西門子(SIEMENS) SGT6-8000H-----	71
圖 68、三菱日立(MHPS) M501J 規格及側視圖-----	72
圖 69、奇異公司(GE) 7HA.02 規格及側視圖-----	73
圖 70、GT 基礎有限元素模型分析-----	74
圖 71、海水進出口區及暗渠工程-----	75
圖 72、興達複循環計畫位置-----	75

圖 73、中電公司 IT 發展藍圖-----	77
圖 74、智慧電錶建立圖型化監視系統-----	78
圖 75、利用深度學習解決光學辨識的盲點，提升正確率-----	78
圖 76、災害期間 SNS 輿情情報收集分析應用-----	79
圖 77、利用 AI 進行「客服中心問答系統」研究-----	80
圖 78、資料治理與共享機制-----	81
圖 79、中電公司建置私有「能源雲」-----	83
圖 80、能源雲運用與優點-----	84
圖 81、資料中心虛擬化整合架構-----	84
圖 82、資料中心虛擬化整合架構完成前之問題-----	85
圖 83、資料中心虛擬化整合架構完成後之貢獻-----	85
圖 84、中電公司情報通信部門業務運維方式-----	86
圖 85、中電公司法人分離前後之 IT 服務提供者-----	87
圖 86、集團 IT 系統開發及運維作業-----	87
圖 87、中電公司法人分離，資訊資產拆分與業務情報分享原則--	88
圖 88、母子公司依 IT 服務契約，攤銷費用-----	88
圖 89、資通安全議題之案例說明-----	89
圖 90、中電公司資安問題之因應對策-----	90
圖 91、公司級重要系統-----	91

圖 92、重要系統之運行、維運之安全管理措施-----	91
圖 93、共同安全措施-----	92
圖 94、智慧電錶資安政策之指導原則-----	93
圖 95、中電公司智慧電錶系統案安全管理之運作體系-----	93
圖 96、非法連線、DOS 攻擊等威脅之資安應對政策-----	94

表 目 錄

表 1、考察行程-----	11
表 2、廣島電力所設備數量-----	21
表 3、變電所設備數量表-----	23
表 4、有關輸配電事業委託規範之概要-----	34
表 5、有關輸配電事業受委託規範之概要-----	35
表 6、母子公司在中期經營計畫中之角色-----	39
表 7、輸配電公司與母公司協議、調整之必要事項-----	39
表 8、中電公司發電能源占比-----	48
表 9、太陽光電併網造成用戶之影響-----	50
表 10、電氣事業法施行規則第 44 條第 1 項規定之電壓變動範圍-	50
表 11、中國電力用戶發電設備併網種類-----	53
表 12、Historical Transition of Mizushima -----	64
表 13、大數據推動挑戰與對策 -----	82

照 片 目 錄

照片 1、考察團與中電公司歡迎會及雙方致詞-----	18
照片 2、廣島電力所現勘-----	24
照片 3、個別觀摩之分組研討情形-----	95

壹、出國目的

一、本公司與日本中國電力株式會社(以下簡稱中電公司)自民國 55 年締結為姊妹公司，次年(56 年)並簽訂「雙方觀摩備忘錄」，每年雙方派課長級以下人員互訪；另自 71 年起，為加強彼此技術交流合作關係，再行簽訂「幹部級人員技術交流備忘錄」，約定隔年輪流派遣副處長級以上人員，並由副總經理以上層級擔任團長，率團進行考察訪問，藉此交換彼此對於電業管理及經營技術經驗之心得，以作為本公司改進電業經營方針之重要參考。本次即為本公司高階主管前往中電公司交流之第 19 屆幹部考察團。

二、本團組成之人員如下：

團長：李鴻洲（副總經理）

副團長：陳銘樹（配電處 處長）

團員：趙復興（南部施工處 處長）

團員：余素貞（資訊系統處 副處長）

團員：左重慶（企劃處 副研究員）

三、本團考察主題項目如下：

(一) 電業自由化與組織轉型

(二) 大量太陽能併網因應策略

(三) 大型燃氣機組建廠過程經驗

(四) 大數據分析應用

四、本團考察日期為民國 108 年 5 月 20 日至 5 月 24 日，共計 5 天。

貳、行程紀要

本次考察行程於 5 月 20 日抵達後，隨即於次日拜訪中國電力，並於隔日實地參觀位於廣島市，隸屬該公司流通事業部之廣島電力所設施，另亦參觀該地世界文化遺產及京都等地(詳細行程如表 1)。最後於 5 月 24 日搭機返國，圓滿完成 5 日的考察行程。

表 1 考察行程

日期	地點	行程
5/20 (一)	台北→福岡→廣島	往程、廣島市內參觀、歡迎宴
5/21 (二)	廣島(中電公司)	歡迎會、中國電力公司概要說明及討論、個別觀摩
5/22 (三)	廣島(廣島電力所)	設施參訪、宮島參觀、送別宴
5/23 (四)	廣島→京都→大阪	京都參觀
5/24 (五)	大阪→奈良→台北	奈良參觀、返程

參、共同考察項目

一、中國電力株式會社

(一) 地理位置與概要

日本依其區域別共有 10 大電力公司，由北至南分別為：北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、關西電力、北陸電力、四國電力、中國電力、九州電力以及沖繩電力等 10 家。中電公司總部位於廣島，業務範圍以中國地區為主，供電區域包括西日本之山口、島根、鳥取、岡山及廣島 5 縣，全國售電占比 7%，如圖 1 所示。

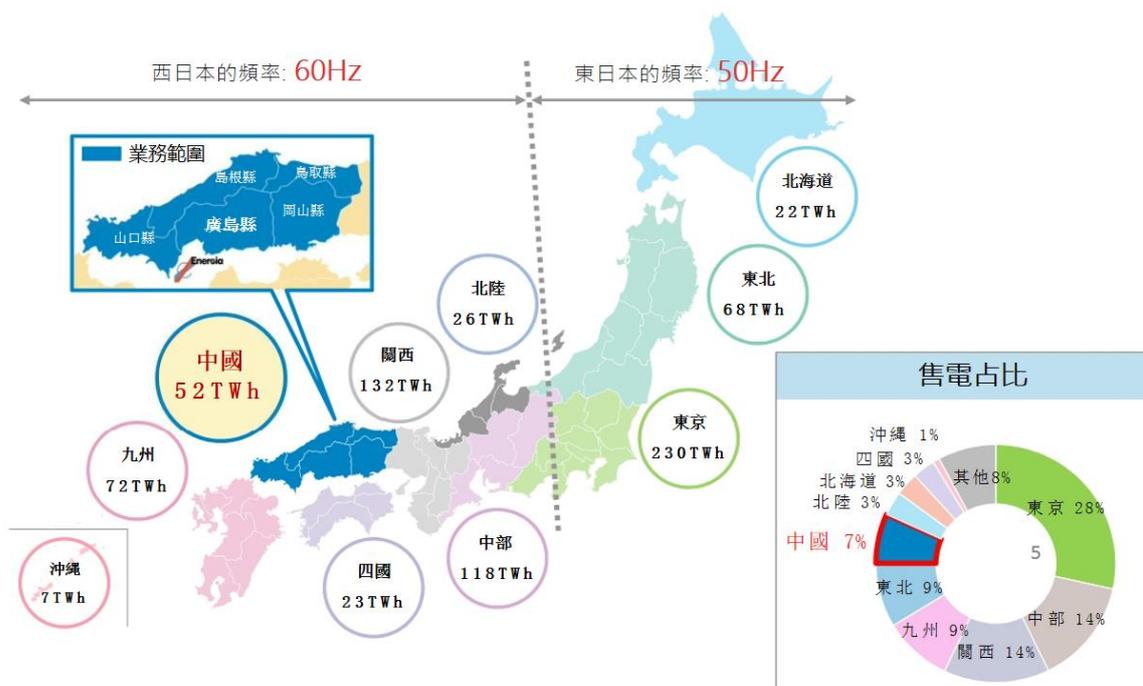


圖 1 日本 10 家電力公司及中國電力公司服務範圍

中電公司現為一綜合電業，經營業務涵蓋發電、輸配電、售電事業，於中國地區幾乎獨占電力供應，其銷售組成比例與用戶群詳見圖 2、3。中電公司之電源組成以價格競爭力高之燃煤發電具高占比，電源組成與主要電力設備如圖 4 所示。2011 年福島核災發生後，自 2012 年起，中電公司之核能機組利用率

為零，但憑藉優秀的電源組合，在未提高費用的前提下，仍連續 5 年(2014-2018)獲得盈餘(見圖 5)。

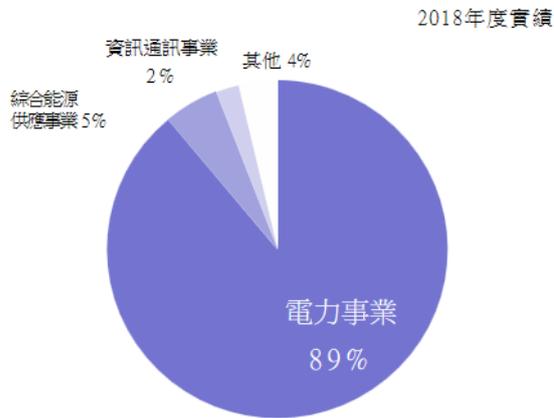


圖 2 中電公司銷售組成比例

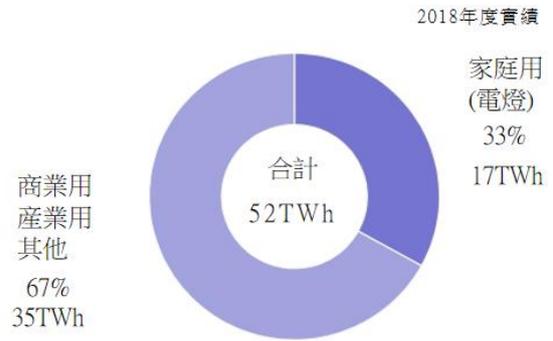


圖 3 中電公司用戶群劃分售電量比例

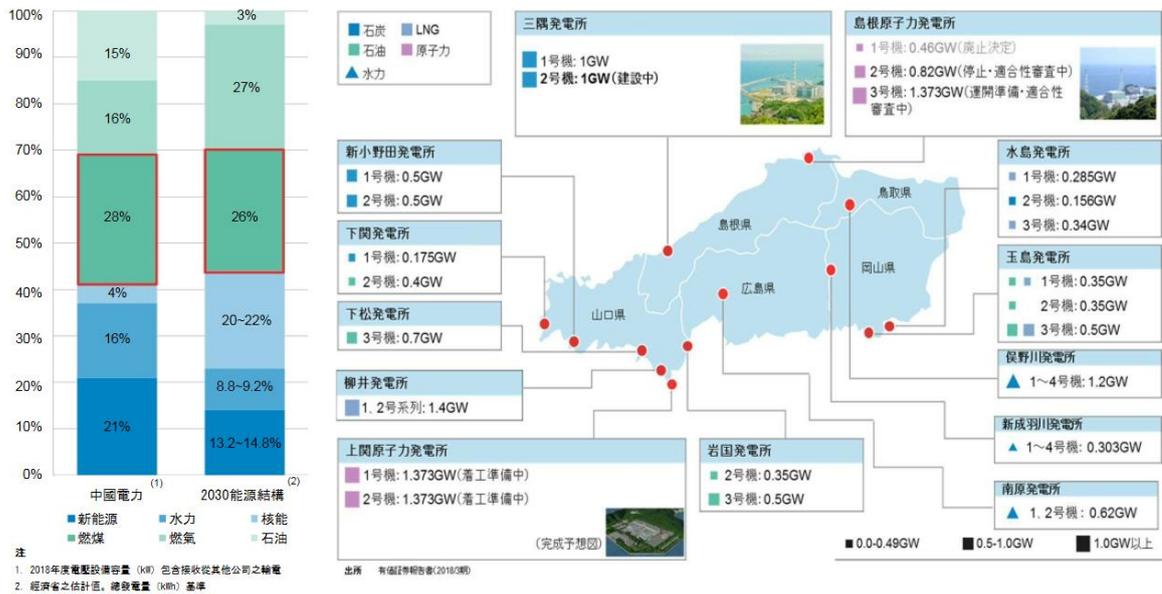


圖 4 中電公司電源組成與主要電力設備

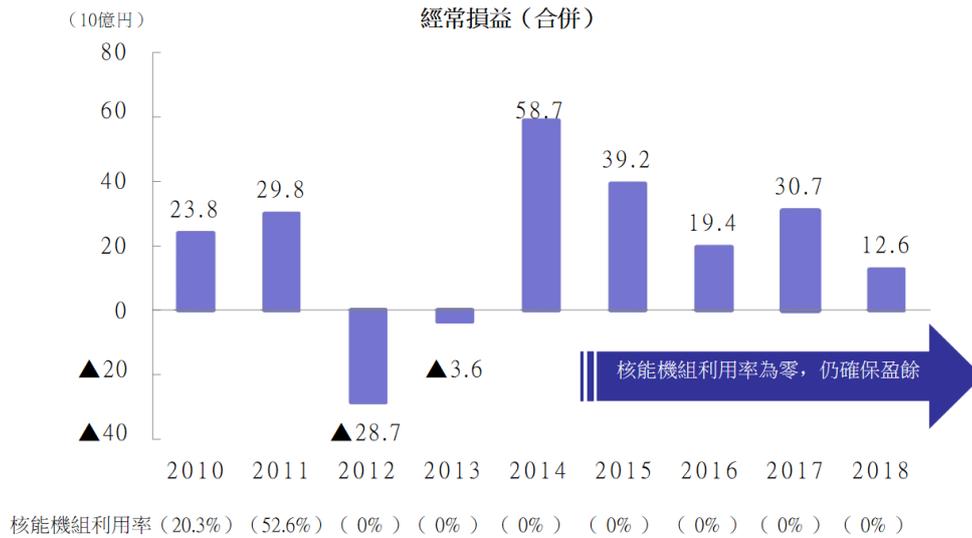


圖 5 中電公司 2010-2018 年經常損益(合併)

日本於 2016 年 4 月 1 日開始實施電力零售自由化，並預計 2020 年 4 月 1 日實施輸配電部門的法人分離。中電公司為因應電業自由化，規劃發電及售電重組為控股母公司，其下設置 100% 持股之輸配電公司，如圖 6 所示。

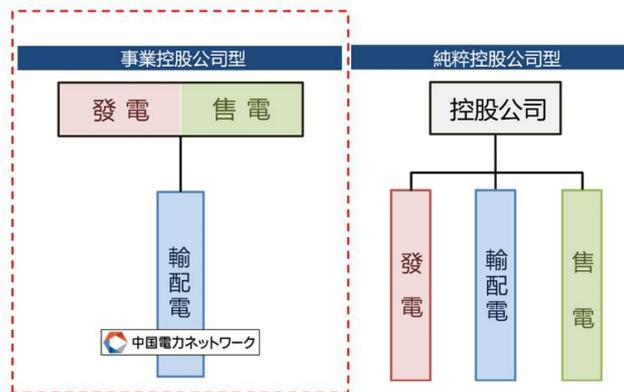


圖 6 中國電力公司控股公司型態

(二) 強化電源競爭力與降低 CO₂ 排放

在電源開發的規劃方面，中國電力以 S+3E 為整體目標(如圖 7)，在保證安

全(Safety)的前提下，目標是兼顧 3 項 E 指標 - 穩定供應能源(Energy Security)、提高經濟效率(Economic Efficiency)以及環境友善(Environment)，不同的電源各有其優缺點，應善用各電源特性，避免倚賴特定電源來實現均衡的電源結構。目前電源開發計畫以島根核能電廠 2 號機重啟、3 號機建設，及燃煤之三隅發電廠為主。



圖 7 中國電力 S+3E 目標

1. 島根核能電廠概況

島根核能電廠 1 號機因機組老舊，已停止運轉，目前正在進行除役作業。福島核災後，2 號機(BWR：0.82 GW)停止運轉，中電公司亟欲重啟之以改善公司收益，目前仍尚待審查通過後才能重啟，而截至 2019 年 5 月 9 日，審查會議已召開共計 105 次。3 號機(ABWR：1.373 GW)設備已興建完畢，2018 年 8 月，中國電力申請符合新標準的適合性審查。



圖 8 島根核能電廠 1、2、3 號機



圖 9 三隅發電廠 2 號機

2. 三隅發電廠 2 號機(燃煤)興建

目前中電公司正在興建三隅發電廠 2 號機(1 GW)，該機組採最先進之超超臨界發電方式，以提升發電效率並減低對環境的負荷。

3. 降低 CO₂ 排放

(1) 改善火力發電效率

① 三隅發電廠 2 號機

- 採用最先進的超超臨界發電技術，提升發電效率。
- 實施木質生質燃料的混燒。

② 柳井 1、2 號機

- 機組汰舊換新提升效率。

③ 煤碳氣化複循環發電(IGCC)

- 目前正與 J-Power 共同實驗中。
- 未來將搭配燃料電池組成發電。

(2) 發展再生能源

中國電力目前在廣島縣福山市和山口縣宇部市，營運大型太陽能發電廠。另外，全集團亦致力於擴大再生能源的引進。

(三) 中電公司成長戰略

由於日本電力系統改革，電力市場整體經營環境發生重大變化。中電公司依據外部環境變化，實施不同的戰略措施(如圖 10)，除了持續確保中國地區穩定收益，為期獲得更高的利潤，更規劃擴張海內外新事業領域(如圖 11)。

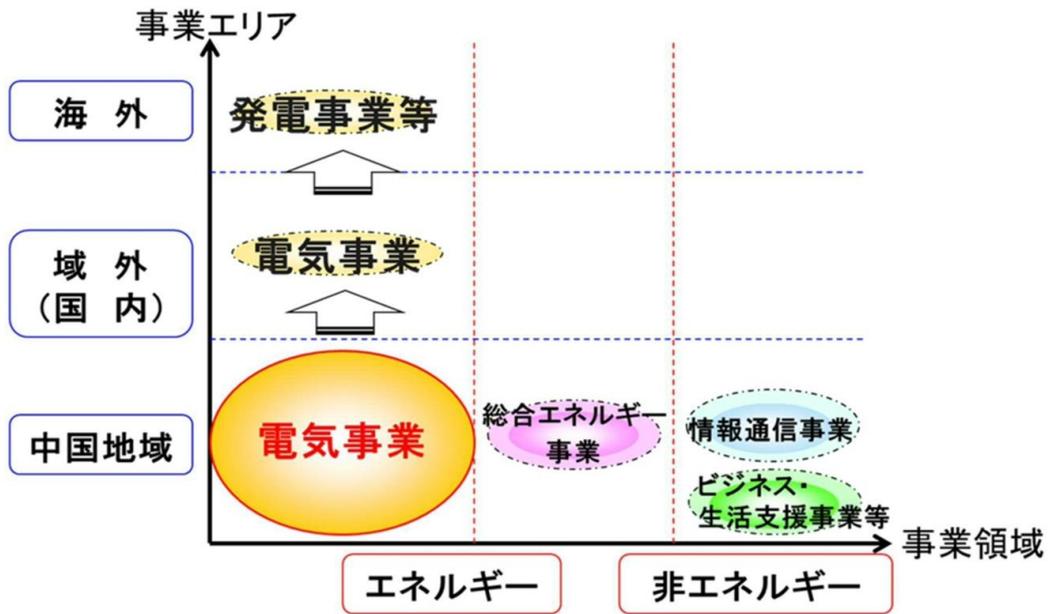


圖 10 中國電力之利潤結構目標

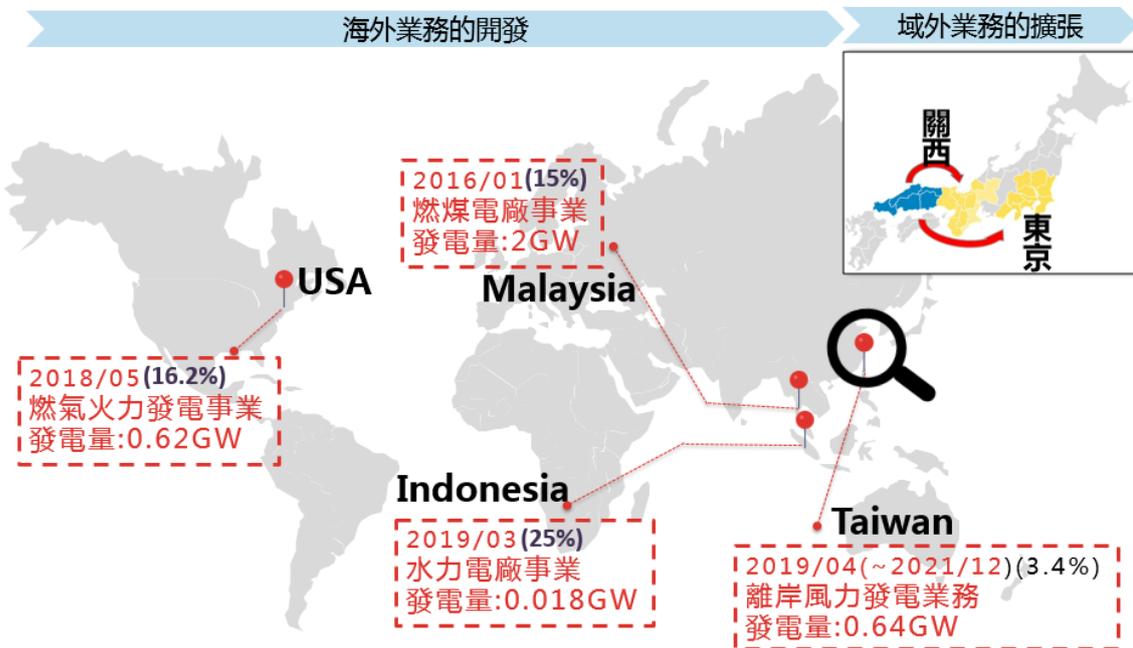


圖 11 中國電力之域外及海外業務擴張圖示

(四)考察團與中電公司歡迎會及雙方致詞照片



中電公司清水社長致詞

台電考察團李鴻洲團長致詞



本次台電考察團與中電公司高階幹部合影

二、廣島電力所

(一) 組織概況

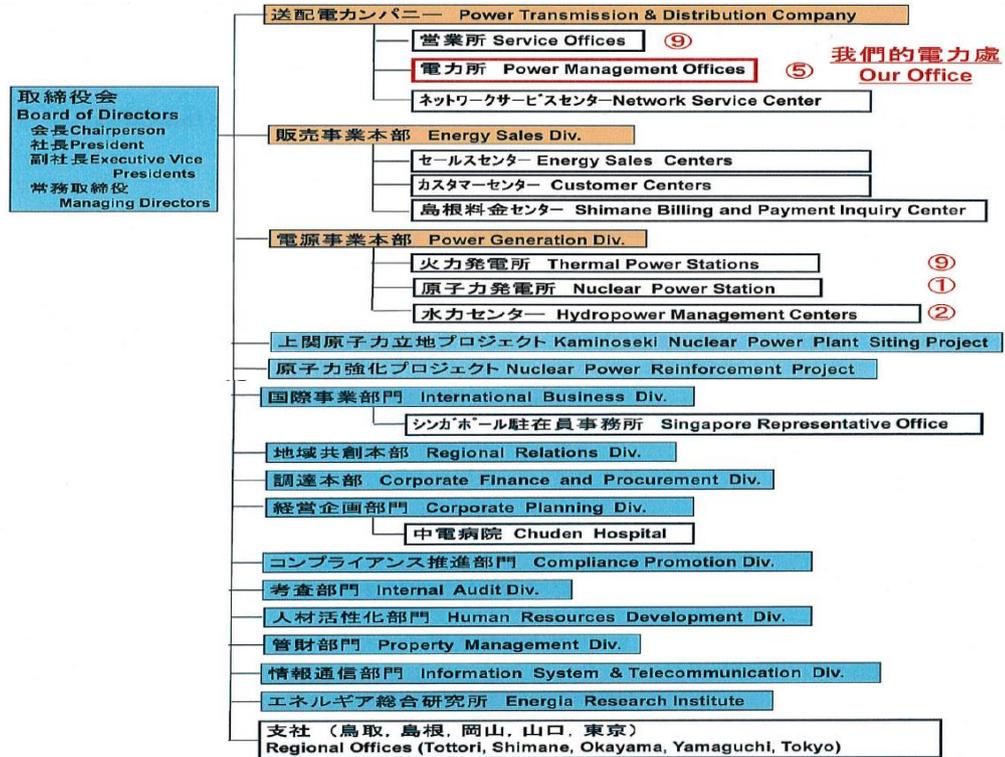


圖 12 中國電力公司組織系統圖

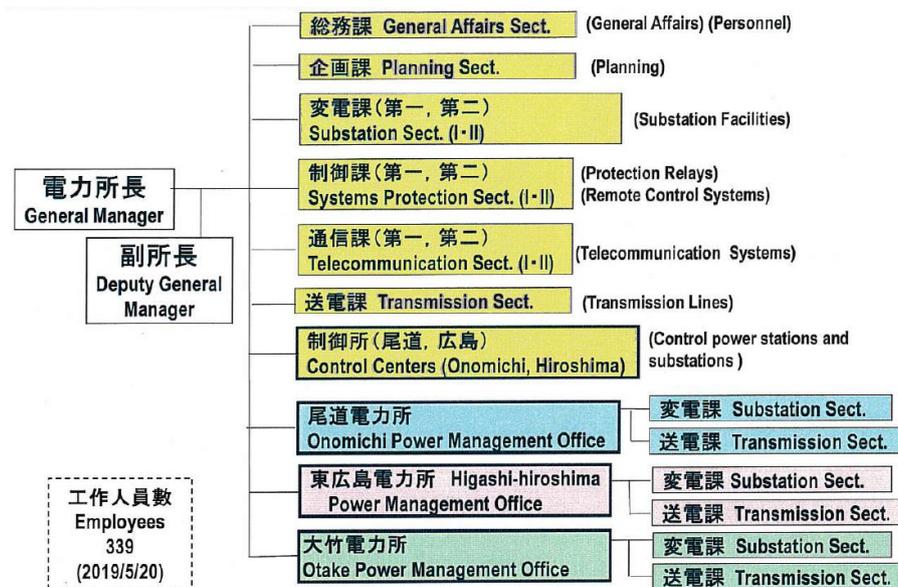


圖 13 廣島電力所組織圖

日本中國電力公司組織系統圖如圖 12 所示，組織包含輸配電公司、售電事業部、電源事業部、核能部門、財務採購、企劃、人資、通信、研究、分區域辦公室等部門，本次考察的單位屬輸配電公司的廣島電力所，其主要負責電網系統規劃、電網系統運轉調度，以及變電所、輸電線、保護電驛、控制系統、通信網路的設計、施工及維護等工作，廣島電力所組織如圖 13 所示，除所長及副長外，設有總務、規劃、變電、調度、通信、輸電、調度中心等單位，另有尾道、東廣島、大竹等電力所負責變電及輸電業務，截至 2019 年 5 月 20 日止，員工人數為 339 人，相當於本公司區營業處規模。

(二) 服務範圍及設備概況

廣島電力所服務範圍如圖 14 所示，位於日本廣島縣南側，至 2018 年 3 月 31 日止輸電線、變電所及控制中心等設備數量如表 2 所示。



圖 14 廣島電力所服務範圍圖

表 2 廣島電力所設備數量

2018年3月31日
As of May 31, 2018

輸電線 Transmission Lines	架空線路 Overhead	1,307 (6,762) km
	地下電纜 UG TL	183 (374) km
	鐵塔 TL Tower	3,801 (20,630)
變電所 Substations	變電所數 Number of Substations	117 (402)
	地下變電所數 Number of UG Subs.	9 (13)
	變壓器數 Number of Transformers	254 (873)
	主變裝置容量 Output Power	14,621,000 kVA
制御所 Control Center	2	

註：()內數量為中電公司總設備數



(三) 廣島中央變電所

廣島中央變電所為日本中國電力公司於 2004 年 6 月設置該公司第一個地下超高壓(220kV)變電所，以確保廣島市中心的穩定電力供應，主變壓器為無絕緣油小型化並採用水冷式氣體絕緣式變壓器，冷卻系統採用共同配管方式 220kV 三相分離，110kV 部分採三相一體式小型化氣體絕緣開關裝置，22kV 所內回路開關裝置採用固體絕緣開關裝置。220kV 輸電電纜以橫向引接，主變一次側與氣體母管直接連接，主變壓器二、三次電纜終端朝下裝置。於開關裝置周邊設置控制及保護電驛配電盤，用光纜與控制室連接。利用建築物地下鐵柱設置接地系統以降低接地電阻，利用冷卻塔循環用水定期更換後，作為建築物如廁所使用水以活化節省水資源。變電所的冷卻系統由地下熱交換器，經水泵將水抽送到頂樓冷卻後，再送回地下室再循環，冷卻水系統採用密封式以防止水質劣化。

廣島中央變電所輸電系統、建築物概要、變電所設備數量及變電所單線圖如圖 15~17 及表 3 所示。

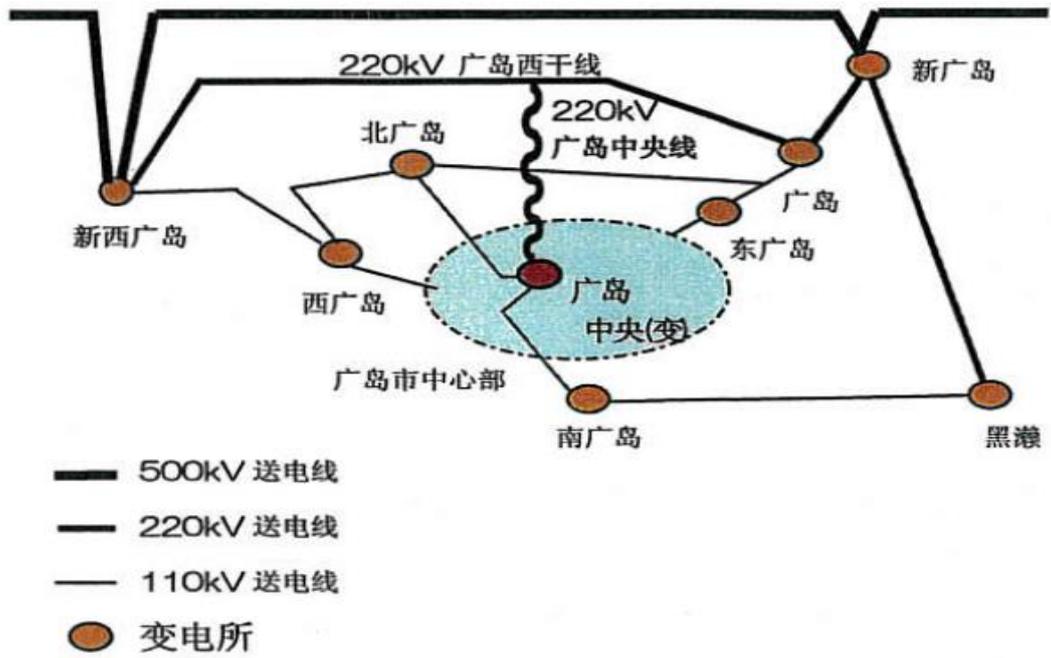


圖 15 輸電系統圖

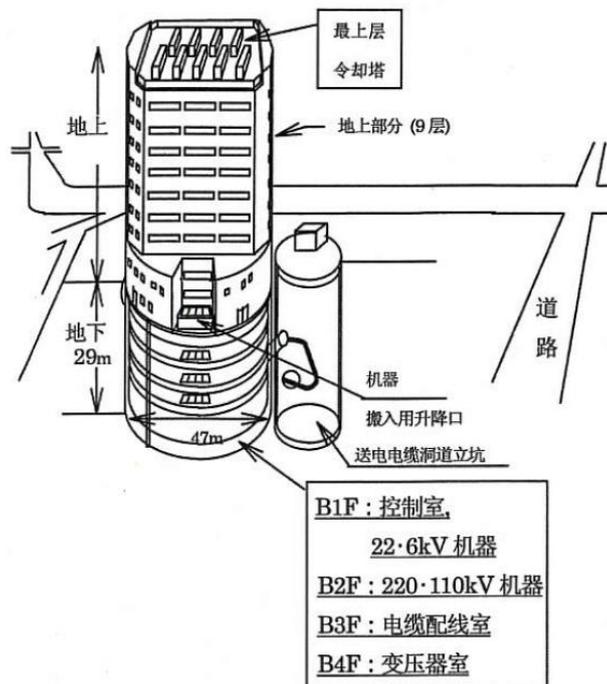


圖 16 建築物概要圖

表3 變電所設備數量表

设备	功能	此次	最終
主要变压器	220/110kV 300MVA	2 台	3 台
	110/22kV 60MVA	1 台	2 台
	110/6kV 30MVA	—	2 台
送 电 线	220kV	2回线	4回线
	110kV	9回线	16回线
	22kV	4回线	8回线
调相设备	22kV 30MVA 反应器	3 台	4 台
监视控制	远隔离时常监视控制（由广岛控制所控制）		

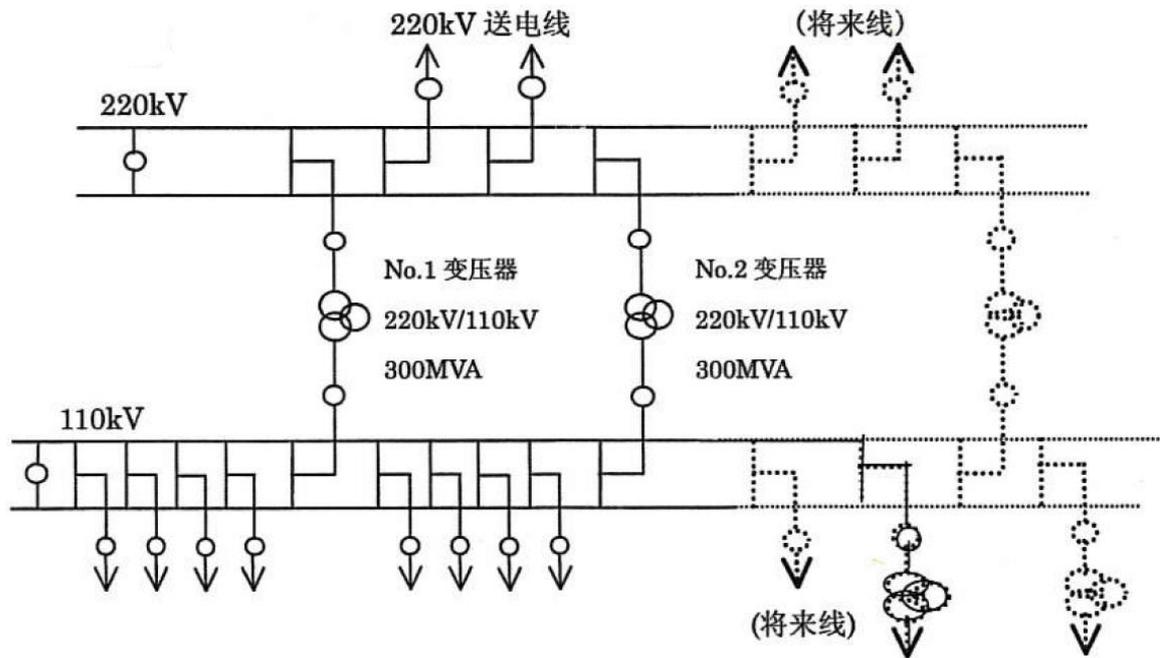


圖 17 變電所單線圖

(四) 廣島電力所現勘照片



廣島電力所簡報合影



廣島電力所控制室



廣島電力所 GIS 現勘



廣島電力所特高壓電纜現勘

肆、個別觀摩主題

一、電業自由化與組織轉型

(一) 因應電業自由化之戰略指導綱領及具體推動計畫

1. 日本電業自由化之概況

自 2000 年以後，日本電力零售市場自由化逐步實施，依序由 2,000 kW(2000 年)、500 kW(2004 年)以及 50 kW(2005 年)以上高壓用戶開放用電選擇權。自 2016 年 4 月起，開放一般家庭在內的所有用戶都可以選擇電力公司，迄今已邁入第 4 年。用戶選擇權開放之期程如圖 18 所示。

	2000年~	2004年~	2005年~	2016年	需要規模*
<ul style="list-style-type: none"> 一般家庭 事務所 				所有用戶	管制部門 38%
<ul style="list-style-type: none"> 商店 					
<ul style="list-style-type: none"> 小規模工廠 超市 中小型建築 		22%	50kW 以上		自由化部門 62%
<ul style="list-style-type: none"> 中規模工廠 	14%	500kW 以上 (40%)			
<ul style="list-style-type: none"> 大規模工廠 百貨公司 辦公大樓 	2000kW 以上 (26%)	自由化對象			

(*) 2013年度實績 (出處)資源能源廳網頁

圖 18 用戶選擇權開放之期程

在全國範圍內(不含沖繩)，中電公司用戶轉換至新電力公司的比例，低壓用戶流失 3.2%，特高壓與高壓用戶流失 9.5%，僅次於北陸電力的最低水準，各地區轉換至新電力公司之比例如圖 19 所示。

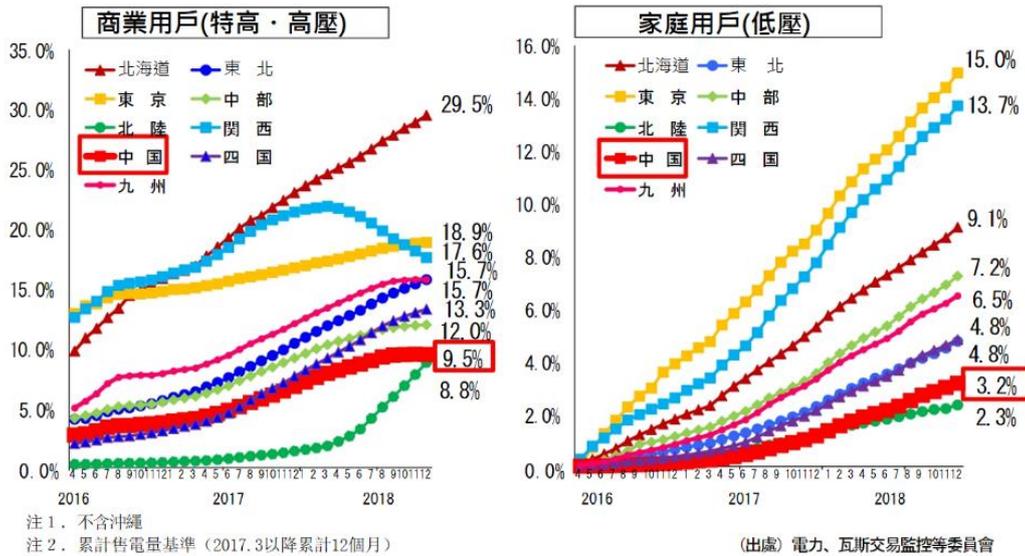


圖 19 轉換至新電力公司之比例(以用電量等級分類)

自 2016 年 4 月 1 日電業自由化以來，各行各業莫不爭相搶進零售市場，積極進入業者包括石油供應商、再生能源業者、工廠製造商、電信業者、天然氣業者、建築業和鐵路公司等 7 大類。其中電信業者以及天然氣業者利用本業的優勢來做為其進入零售市場的利基，或是利用本業的商品來與電力契約組合成新的促銷方案，造成在各地區低壓用戶市場轉換率排名名列前茅。截至 2018 年 9 月，各地區低壓市場份額如圖 20 所示。

轉換率	北海道地區	東北地區	東京地區	中部地區	北陸地區	關西地區	中國地區	四國地區	九州地區	沖繩地區
1位	9.29%	3.82%	13.2%	6.61%	1.77%	11.8%	2.6%	3.82%	5.86%	0.05%
2位	3.24%	1.44%	4.61%	1.99%	0.75%	5.54%	0.76%	1.30%	1.92%	0.05%
3位	1.90%	0.41%	2.14%	1.20%	0.21%	1.11%	0.35%	0.48%	0.71%	
4位	0.84%	0.21%	1.27%	0.63%	0.20%	0.97%	0.24%	0.42%	0.44%	
5位	0.66%	0.15%	0.56%	0.34%	0.13%	0.71%	0.14%	0.23%	0.30%	
6位	0.56%	0.14%	0.45%	0.24%	0.10%	0.44%	0.12%	0.21%	0.22%	

都市瓦斯・LPG 電信業者 原電力事業者 建築業 鐵路公司 石油供應商

(出處) 第4回 電気の経過措置料金に関する専門会合資料より作成
(註) 契約數基準・截至2018年9月

圖 20 各地區低壓市場份額

2. 中電公司因應用戶流失之對策

如前所述，自 2016 年 4 月 1 日電業全面自由化以來，各行各業爭相進入電力零售市場，各大電力公司無不使盡全力防止用戶流失。為阻止低壓用戶轉換至新電力公司，中電公司同時展開以下行動：

(1) 新電價方案

針對新電力公司鎖定的電燈用戶，中電公司設計出多元電價組合方案，鼓勵離峰用電，同時降低用戶電費以吸引客戶。自 2016 年 4 月起，中電公司開始提供四項新的電價費率方案(如圖 21)，讓用戶可根據其用電量與用電形態，選擇加入最適合的方案：



圖 21 中國電力新電價方案

(2) 附加價值服務

除推出會員制網路服務，並推出點數服務，讓用戶可依據支付電費所累積的點數兌換當地商品，未來還規劃與更多在中國地區活動的企業展開合作，活絡點數兌換商品服務。

自 2016 年 1 月份推出會員制網路服務以來，截至 2019 年 4 月 1 日，網路會員已達 95.4 萬戶，而參與新電價方案的用戶已達 113 萬戶(如圖 22)。

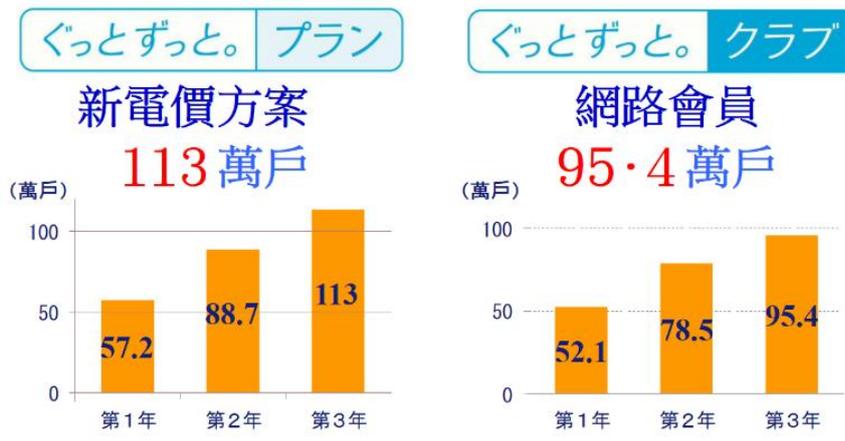


圖 22 低壓用戶參加新電價方案與網路會員情形

(3) 異業結盟

而隨著各行業進入零售市場，中電公司亦著手與電信、天然氣等業者進行異業結盟，提供各種優惠方案。

(4) 公關、行銷

藉由電視廣告、網路、抄表時發放廣告傳單等，向大眾行銷。

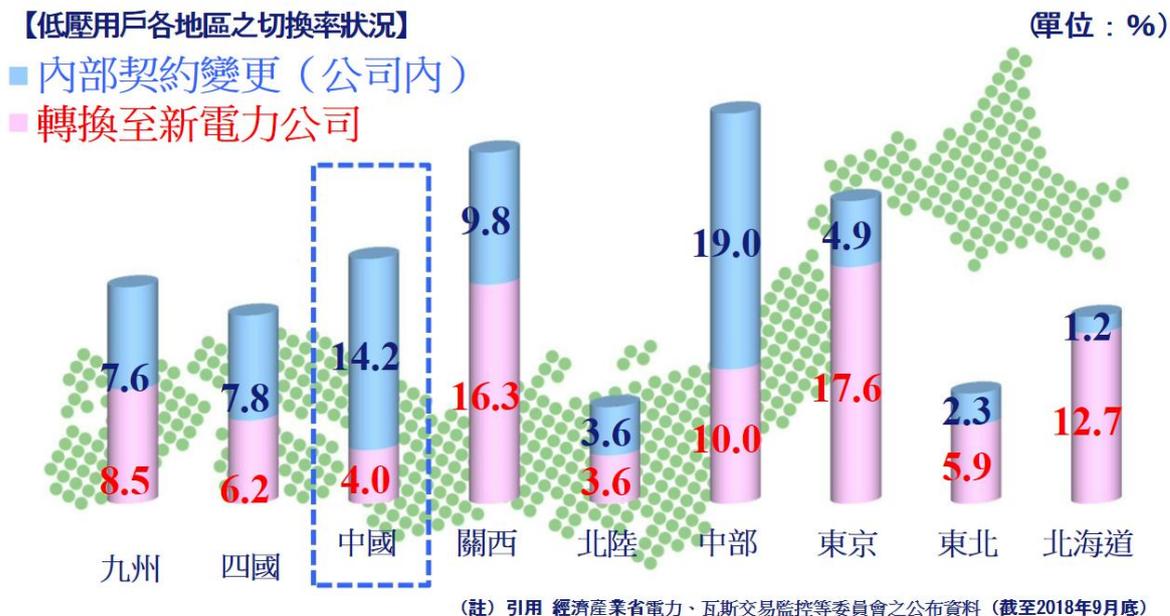


圖 23 九大電力公司用戶轉換至新電力公司之轉換率以及原電力公司內部契約轉換比率(截至 2018 年 9 月)

整體而言，中電公司除努力把轉換到新電力公司的用戶維持在低比例外，對內部用戶契約轉換至新電價方案方面亦取得不錯成績(如圖 23)，顯見低壓用戶肯定中電公司所推出的新電價方案與服務。

3. 爭取中國地區以外之低壓用戶

中電公司為擴大收益，在中國地區以外，自 2016 年 4 月起，先於市場規模較大之首都圈(即東京)，瞄準以家庭用戶為售電對象，契約數已達 5,700 戶(截至 2019 年 5 月 7 日)。此外，中電公司未來將積極致力於關西地區的售電業務。



圖 24 中電公司域外售電推動計畫

另外，為防止**高壓用戶**流失，中電公司採取以下因應措施：

- (1) 針對特高壓和高壓大口之用戶，在銷售中心設有專任營業代表，藉定期訪問建立關係，並徹底收集競爭對手的資訊。
- (2) 針對高壓小口之用戶，販賣事業本部透過電話行銷，進行資訊收集活動和積極提出電價方案，並在確認已與競爭對手接觸用戶的情形下，與銷售中心攜手，現場拜訪客戶。
- (3) 對於流失的用戶，於銷售中心重新積極爭取。

在總部和銷售中心共同防止用戶流失的努力下，中電公司之特高壓和高壓用戶轉換至新電力公司之比例仍然保持在相對較低水準。各地區特高

壓和高壓用戶轉換至新電力公司之比例如圖 25 所示。

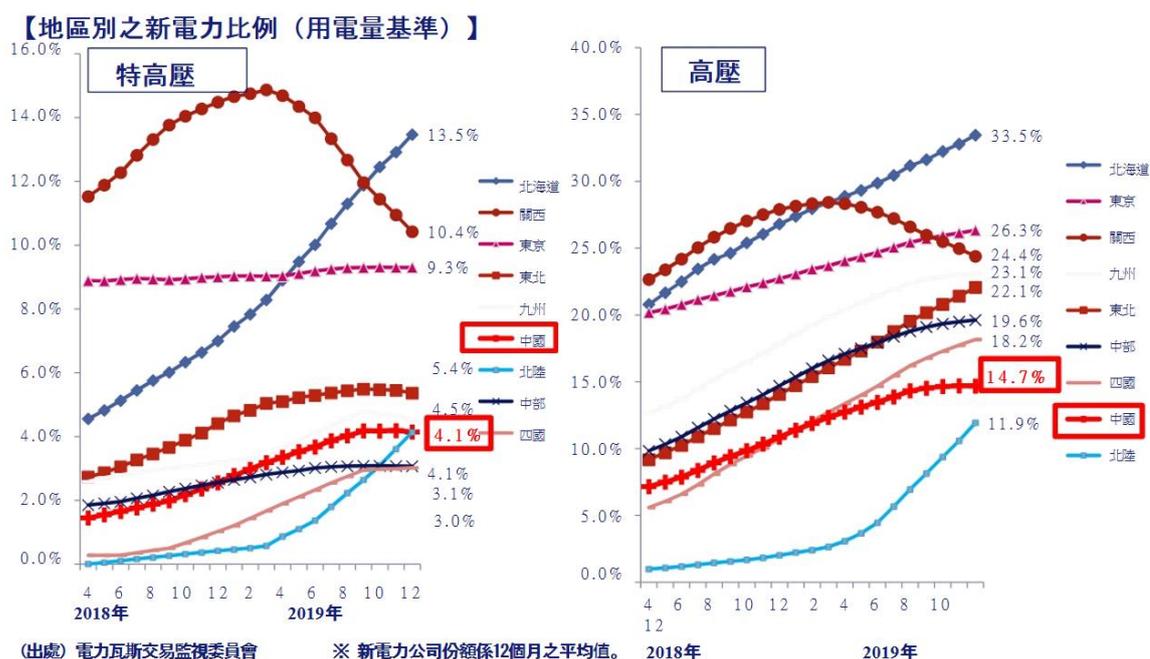


圖 25 特高壓及高壓用戶轉換至新電力公司之比例

(二) 輸配電業中立性推動計畫

1. 法人分離

中國電力公司自 2016 年 6 月即開始制定總體構想，7 月後開始進行跨組織檢討；2017 年 10 月成立輸配電社內分公司，落實全公司組織整備；2018 年試行業務營運及經營管理之運作；2019 年 4 月成立分割準備公司，

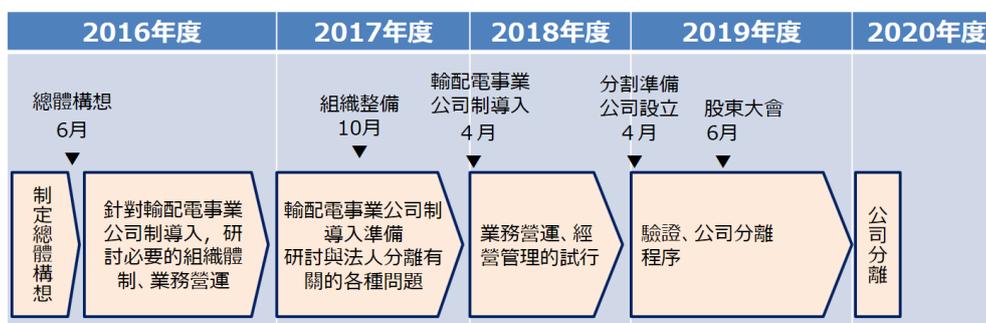
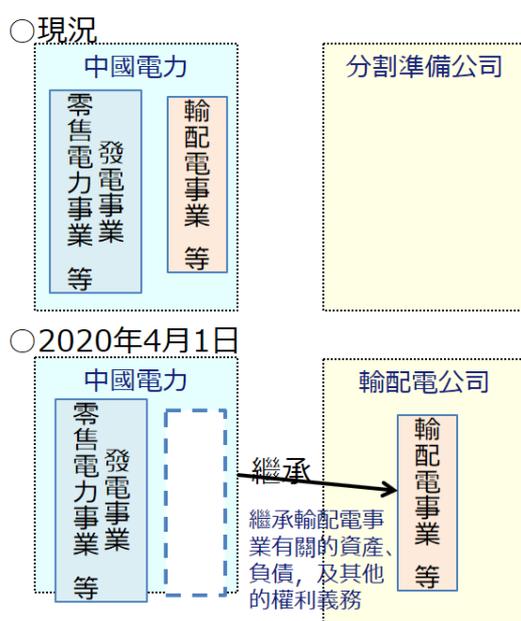


圖 26 中國電力輸配電部門法人分離籌劃歷程

有計畫性地進行分離後業務營運之試行和驗證，以及諸項必要準備工作；預計 2020 年 4 月正式實施輸配電部門法人分離。

有關分割準備公司之設立，控股母公司(中電公司)經營發電、售電等事業，其下設置 100% 持股之輸配電子公司，中電公司已於今年 4 月今立「分割準備公司」，與母公司簽訂吸收分割契約，以便在開始經營輸配電事業之前，執行許可等初步程序，目標是在 2020 年 4 月 1 日完成輸配電業法人分離。



2. 行為規範

依日本電氣事業法規定，2020 年 4 月 1 日起，禁止同一電力公司從事輸配電事業和發電、售電事業，並實施法人分離。而為確保輸配電事業之中立性，若僅法人分離，恐難達成公開、公正目標，故日本經產省訂定「行為規範」，以禁止某些行為及高階職員、員工的兼任等。

自 2017 年起，約經過 1 年的時間，於國家之制度設計專門會議上，討論行為規範的細節，2018 年 4 月進行彙整，12 月經濟產業省制定法令。中電公司依據經產省令、指南等內容，做出必要之因應並制定規則。

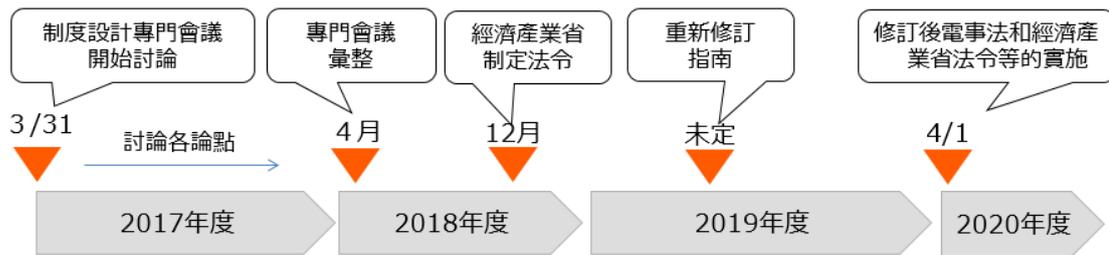


圖 28 行為規範制定與實施期程

根據行為規範，在法人分離後，輸配電公司不得透過自身業務而獲得之資訊，進行目的外之利用，或是在其業務營運中，使特定關係事業者（同集團之售電、發電事業者）受益的行為，或是帶給其他事業者以及用戶不利之行為。為擔保前述諸點，輸配電公司及特定關係事業者被要求須採取以下因應措施：

(1) 輸配電公司和特定關係事業者間之兼任、人事交流有關之規範

① 禁止董事、員工之兼任(如圖 29)

輸配電公司的董事和員工，原則上禁止在集團內兼任發電、售電事業中擔任要角之董事和員工。

輸配電公司的董事因有「知悉競爭資訊」又或是能「參與個別業務」之虞，故禁止在集團內之發電、售電事業，兼任以下高階管理人員的職位：

- 負責發電、售電事業之營運，具相關權限之管理職
- 參與發電、售電事業之重大決定之董事、執行董事

而在輸配電公司的員工中，能夠知悉競爭資訊的崗位與擔任輸配電個別業務的員工，禁止兼任能參與發電和售電事業相關決策的職務。



(※1) 輸配電公司的員工不得兼任職務。發電、售電事業的員工課長以上禁止兼任輸配電職務。
 (※2) 「個別業務」係指有關系統運作，代輸供給受理，輸配電設備之維護、整備等業務。

圖 29 禁止兼任對象

若有原則上禁止兼任的狀況發生時，應執行以下中立性措施之說明並公布：

- 兼任者之業務內容、職位，兼任之必要性
- 確保在輸配電事業，不會發生妨礙中立性行為的措施
- 確保在特定關係事業者，不會發生妨礙中立性行為的措施

② 人事交流有關之規則

當輸配電事業者與集團內的發電、售電事業者之間，進行如董事或員工等人事交流時，從確保正當管理資訊並禁止差別待遇的觀點，有關此類人事交流，被要求需要根據公司規章等，制定行動準則並遵守。

(2) 輸配電公司和其他集團公司之交易，受委託業務有關之規範

① 交易條件

為防止不當利益移轉，輸配電事業與集團內發電、售電事業之交易，應與集團外交易一視同仁，不得有「異於一般交易，有妨礙正當競爭關係之虞的條件」之情事發生。亦即輸配電事業與集團內發電、售電事業之間之交易條件，應確定與集團公司以外的公司進行同類型交易時，擬具相同的交易條件。

② 禁止輸配電業務之委託（輸配電⇒發電、售電等）

原則上，輸配電事業者禁止向集團內發電、售電事業以及其子

公司等，委託輸配電業務。然而，在考量無妨礙正當競爭關係之虞的情況下，容許例外處理。以下任何一項之業務不得委託：

- 處理非公開資訊之業務委託
 - 雖經容許對發電、售電進行業務委託，但對集團的發電、售電業務有利者
 - 無正當理由，且業務委託並未進行公開招標、投標等
- 另外，於災害或其他緊急情況下，不得已之臨時委託亦可。

表 4 有關輸配電事業委託規範之概要

委託者	受委託者	業務內容		規範內容	例外
輸配電事業者	集團之發電、售電事業者及其子公司	輸配電業務	處理競爭資訊等業務	禁止委託	<ul style="list-style-type: none"> • 災害復原應變，爭取時效之情形 • 當受委託者係輸配電公司的子公司等時
			能對受委託者有一定程度的裁量權，和能影響發電和售電事業的競爭條件之業務		
		上述以外之輸配電業務	在無正當理由的情況下，且非採公開招標和投標者		
	上述以外的業務	管理業務		無規範	

③ 禁止發電、售電業務之委託(發電、售電⇒輸配電)

原則上，輸配電事業禁止自集團內發電和售電事業接受發電和售電業務之業務委託。然而，在考量無妨礙正當競爭關係之虞，容許例外處理。以下任何一項的業務不得委託：

- 不當利用僅輸配電事業者知悉之資訊和輸配電事業之人力、物力資源，又或者是，變更、調整相關輸配電業務之實施，能提高受委託業務之成效者。
- 無正當理由，接受集團外發電、售電事業之委託，但屬集團內外條件等有設計差別之委託業務

另外，在災害或其他緊急情況下，不得已之臨時委託亦可。

表 5 有關輸配電事業受委託規範之概要

委託者	受委託者	業務內容		規範內容	例外
集團之發電、售電事業者	輸配電事業者	發電、售電業務	執行受輸配電公司委託之業務之際，利用競爭資訊及有差異性處理，且能提高受委託業務之成效者	禁止委託	災害復原應變，爭取時效之情形
			上述以外之發電、售電業務	無正當理由，且係接受自集團外發電、售電事業之委託、但集團內外採差別待遇者	
	上述以外的業務	管理業務	無規範		

(3) 輸配電公司的公司名稱，商標，廣告、宣傳等有關之規範

根據電氣事業法，輸配電公司除禁止在原目的外，利用或提供資訊，以及禁止差別待遇外，尚禁止其他任何妨礙正當競爭關係之行為。比如利用輸配電公司的信譽和品牌力，從事有利於集團內發電和售電事業的營業活動，恐有妨礙電力供給業者間正當競爭關係之情事發生，故針對公司名稱，商標，廣告，宣傳等，實施統一規範：

① 公司名稱的使用

輸配電公司禁止使用可能被視為集團內之發電、售電事業者的公司名稱，倘輸配電公司使用集團名稱作為公司名稱的一部分時，應呈現輸配電事業的文字在公司名稱中。

② 商標的使用

輸配電公司禁止使用可能被視為集團內之發電、售電事業之商標，倘輸配電公司使用集團商標，應併用輸配電獨自商標。

③ 集團內之發電、售電事業之廣告、營業行為

輸配電公司不得資助可提升集團內之發電、售電事業評價之廣告、宣傳或其他營業行為。

(4) 輸配電公司的正當管理資訊之體制整備

據電氣事業法，輸配電公司應進行以下之體制整備：

① 正當管理資訊之體制整備

- 當輸配電事業與集團內之發電、售電事業共用建築物時，用於輸配電業務之辦公空間和集團內之發電、售電事業之辦公空間，必須進行物理上之隔離和出入口限制。
- 當處理非公開資訊的情況時，於輸配電事業，進行記錄並保存用於管理非公開資訊之系統邏輯分割和登錄人員、登錄日期和時間等。
- 於輸配電事業，設置資訊管理負責人，維護有關資訊處理等之規程，對員工進行教育訓練。

② 適當監控業務實施狀況之體制整備

- 於輸配電事業，記錄和保存與發電、售電事業有關代輸供給業務有關之交易、連絡調整之歷程及其內容。
- 於輸配電事業，設置獨立監控部門，監控輸配電等業務有關之資訊處理，以及監控輸配電業務有關之業務營運、法遵情況，並將監控結果報告予董事會。

③ 其他確保正當競爭關係之必要措施

- 於輸配電事業，設置法遵負責人，進行規程、計畫之整備和運用，以及監控業務執行情況。

(5) 禁止行使不當影響力(要求或請求違反行為規範)

集團內的發電、售電事業者禁止請求或要求輸配電事業者做出違反行為規範：

- 利用或提供資訊於非原申請目的之用途。
- 與其他電力供給事業者有差別待遇者。
- 其他前述(1)~(4)之禁止行為。

(三) 集團戰略規劃方向及母公司之功能定位、組織設計及發展計畫

1. 集團戰略規劃方向

中電公司以成為跨區成長的企業集團為經營願景，具體行動計畫有以

下 6 項：

(1) **提升能源服務發展**

中電公司之目標是針對從家庭到商業用途的各種能需求，透過提供高附加價值的服務來滿足用戶的需求為。例如：提供符合客戶需求的收費表、集點服務；提供紮根於其所服務地區之附加價值服務；致力於以首都為中心的售電；推薦用戶使用優越的節能設備，並提供滿足節能和節省成本需求的解決方案等服務。

(2) **強化電源競爭力**

在跨域協調與調度機構(OCCTO)的指揮調度下，中電公司以確保競爭力和降低 CO₂ 排放為兩大目標，推進強化電源競爭力。在開發新電源方面，三隅發電廠 2 號機(發電方式：超超臨界)目前正在施工興建中。中電公司為減少燃煤發電對環境的影響，致力於開發「高效率化」和「潔淨能源」等技術。

此外，中電公司悉心戮力維護和提高火力發電設施的可靠性，以達成穩定供電。於燃料採購上，其採取更具經濟性、彈性的作法，從「品質」、「供應商」、「採購期間」、「契約形式」等多方面著手，以降低採購成本。在火力發電設備運維上，除按計畫並確實地進行點檢和維修，並設法縮短設備維修工期和提升人材的技術和技能的水準。

(3) **提升輸配電網路服務品質**

在中立、公平、高度透明的業務營運中，中電公司為實現「穩定供應優質電力」和「低輸配電費率」，針對既有設備，有計畫且確實執行施工作業；維護骨幹系統，建構高效率之電力網路，確保穩定供電。中電公司還在營業區域內，導入智慧電表，於低壓用戶逐步安裝。

(4) **提高國內其他地區與海外收益**

中電公司計劃與國內外有力的夥伴合作，並在國內其他地區與海外地區建立收益基礎，提高集團的盈利能力。

(5) **為當地社區做出貢獻**

中電公司與事業基礎位於中國地區的企業以及各地區的地方政府、當地公司等合作，為當地解決問題和發展做出貢獻。

(6) **改善財務收支、提升經營效率**

中電公司積極提升生產力、效率，在核電廠重啟前抑制財務惡化，核電廠營運後，加速改善財務收支。

2. 母子公司之功能定位

(1) 法人分離後，母公司與輸配電公司的關係

① 母公司的角色（相對於輸配電公司）

母公司派遣監察人，監控輸配電公司業務執行狀況，並於輸配電公司之股東會議行使表決權，執行必要資金融通、調度。母公司為強化集團經營，進行必要協調。如，中期經營計畫(收支、財務、投資)等。

② 輸配電公司的角色

輸配電公司基於集團願景和目標，自主營運、履行公司企業社會責任，除應符合公司內控規定外，並遵循政府電氣事業法相關規定。

③ 母公司和輸配電公司的合作

母子共享國家政策趨勢等與事業環境有關的資訊，並共同解決災害、地方性問題、培育人才等。

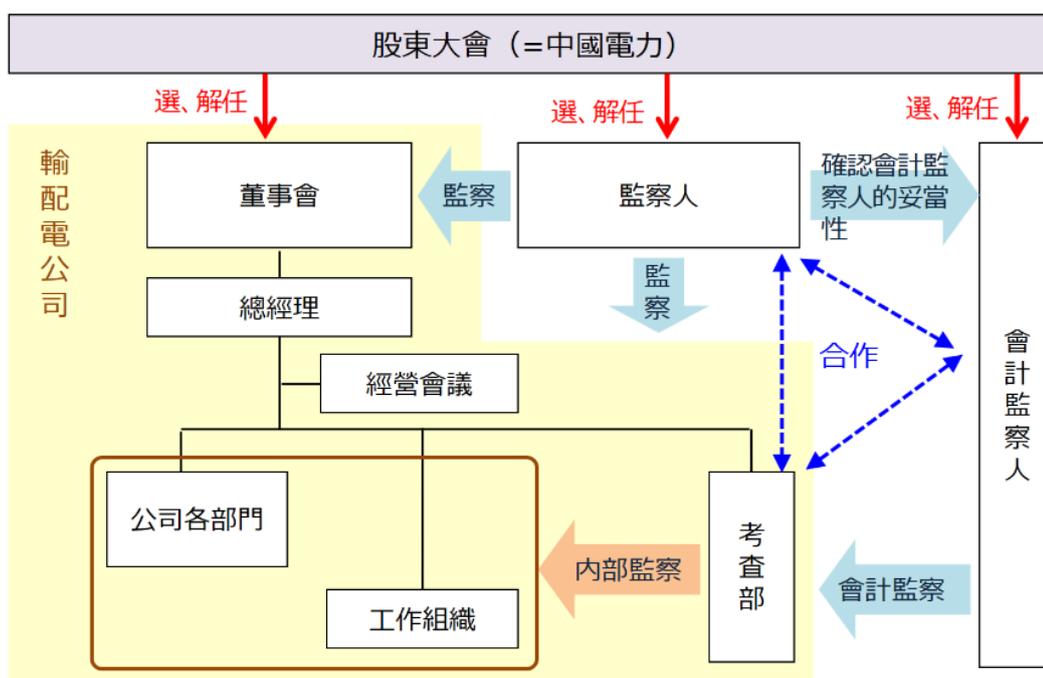


圖 30 輸配電公司的公司治理形象

3. 母子公司透過中期經營計畫(中計)的 PDCA，進行個別治理

母公司負責確保集團整體合併收支、財務的健全性，在進行整體合併中期經營計畫的 PDCA 時，其中一部分，母公司應確認並調整輸配電公司的收支、財務，投資等狀況。

表 6 母子公司在中期經營計畫中之角色

	母公司的角色	輸配電公司的角色
中計的制定	• 根據整體集團的收支、財務狀況，下達制定方針。(輸配電公司下各單位均達成其標準)	• 向母公司提交收支、財務、投資計畫等各項必要資料。 • 據母公司提出的制定方針，制定自身的中計案。
	• 綜整、決定集團整體的中計，包括輸配電事業的部分。	• 集團整體的中計決定後，決定自身的中計並通知公司內部。
計畫變更	• 計畫變更必要情況，應確認對整體集團的收支、財務的影響，再進行必要調整。	• 若與當初計畫之間發生一定水準以上的差異時，應立即向母公司商談。
進展管理	• 定期掌握輸配電中計的進展狀況，整體集團的收支、財務的狀況，必要時與輸配電公司研擬對策。	• 定期向母公司報告中計的進展狀況。 • 根據與母公司研議的結果，自身判斷後採取必要的對策。

※ 因母公司禁止參與個別建設計畫，故將以貨幣形式提交規格，諮詢和調整。

輸配電公司於母公司協議、調整後的中計(收支、財務、投資等計畫)，原則上由輸配電公司負責決定、實施各項運作，若遇以下調整整體集團之必要事項時，應與母公司進行事先磋商：

表 7 輸配電公司與母公司協議、調整之必要事項

項目	留意点
新事業，與其他公司的資本、業務合作等	避免與其他集團公司的業務重疊，從風險管理等觀點，需事先調整。
出資，增資認購，貸款，債務擔保等	輸配電公司有影響集團的資本健全性的可能性，需事先調整。
辦公室整併、廢止	據內容，地區對應的角色有重新分配的必要時，實施的正確與否和實施期間，有調整的必要
重要人事，人事考評，職位體系的重估	至少當前，人事勞動制度和母公司相同，運用上需事先調整。

(註) 非「輸配電公司擬定 ⇒ 母公司決定」，乃是輸配電公司依據與母公司事前協議、調整的結果後，依自身判斷再決定。

(四) 母子公司資產負債分割原則及財務模型建立

1. 母子公司資產負債之分割方針

原則上，母公司與輸配電公司各自擁有「自身事業專用的資產」、「自身事業造成的負債」。然而，有關共用資產(如辦公室土地、建築物等)依使用程度分配。另外，有關計息負債，考量分割後，集團籌集資金要獲得所有債權人對繼承之同意恐有困難，所以由母公司概括承擔，然後由母公司透過發行社內公司債(ICB)，由輸配電公司承受一部份計息負債。

【範例 1】發電廠內設備的分割

過去在垂直一體化系統下，在發電廠內存在具有輸配電功能的設備。法人分離後，發電廠內設備應依用途，區分出發電和輸配電設備，由母公司和輸配電公司各自擁有，如圖 31 所示。

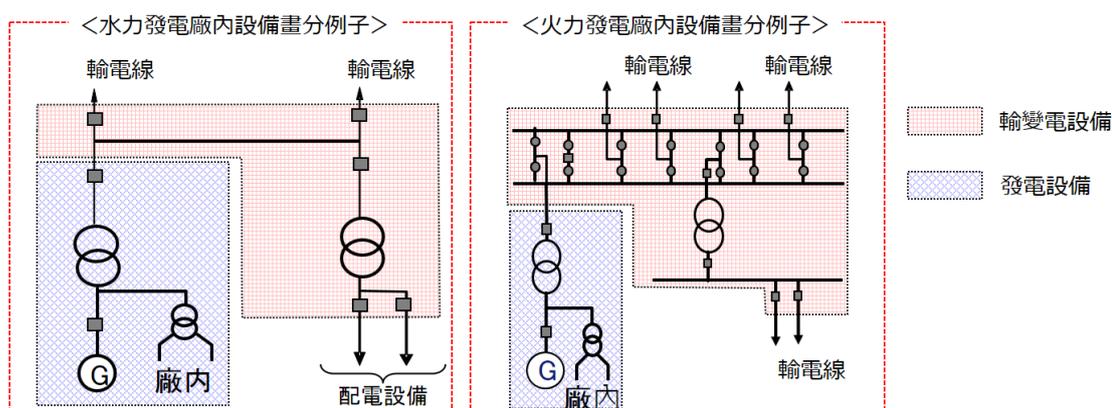


圖 31 發電廠內設備分割圖示

【範例 2】母公司資產負債分割，資產負債表(BS)之變動

母公司據吸收分割契約，先排除計息負債，進行資產負債分割。然後母子公司據 ICB 發行契約，由輸配電公司負擔一部分計息負債，資產負債表(BS)之變動如圖 32 所示。

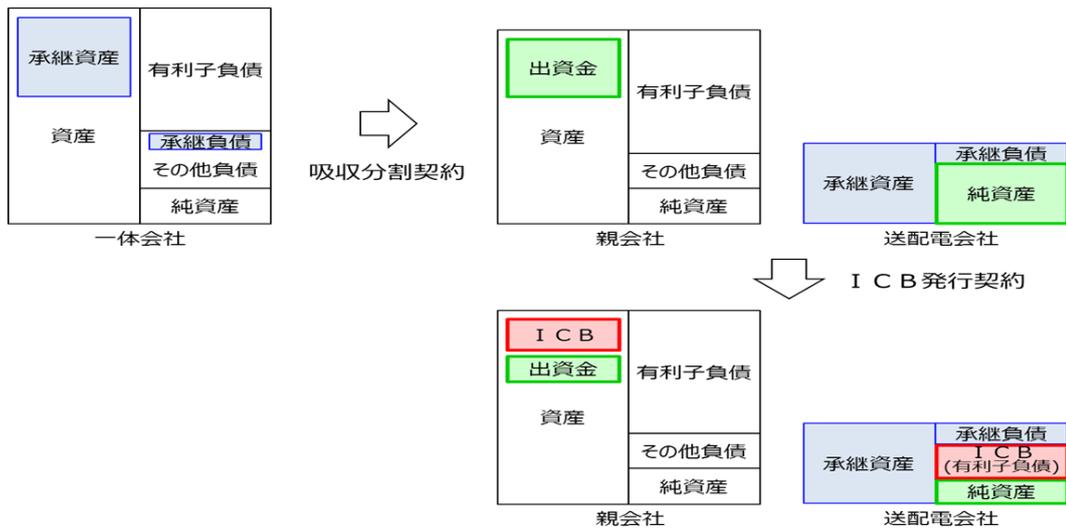


圖 32 母公司資產負債分割後，資產負債表(BS)之變動

2. 財務模型的建立

母子公司均有各自的資產負債表(BS)、損益表(PL)及現金流量表(CF)，但集團整體係以合併財務報表呈現。母子公司應定期滾動檢討財務模型相關參數及設定，經討論定案後據以修正各項方針(如圖 33)。

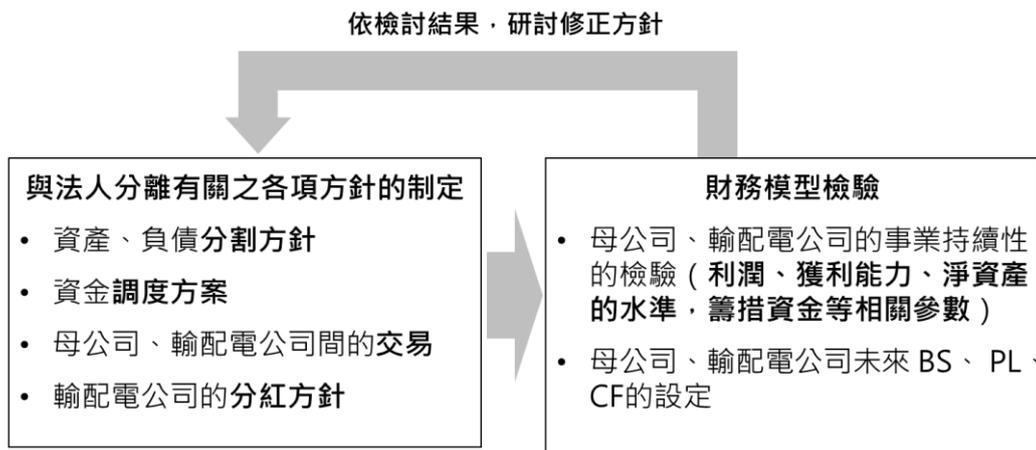


圖 33 母子公司定期滾動檢討財務模型

3. 資產負債的分割

(1) 輸配電公司設立前

法人分離前，以人工循序進行科目結帳等作業，分割全公司的資產負債等金額。此一階段，作業量大，而精度低。

(2) 輸配電公司設立後

法人分離後，應由輸配電公司繼承之資產負債，將交由輸配電公司管理。另外，在輸配電公司產生之收益費用等，匯總為輸配電公司的預算。此時作業量小，而精度相對較高。

4. 母公司、輸配電公司間的交易

母子公司間的交易價格計算採用成本加成定價法，係採以下的計算方式，計算交易價格：

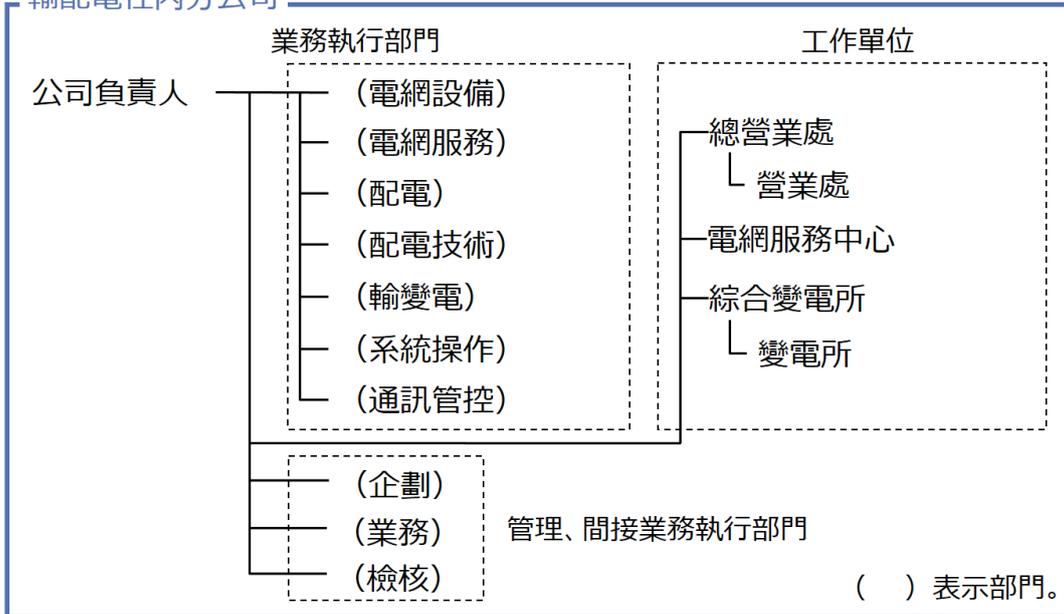
$$\text{交易價格} = \text{提供服務所需成本} \times (1 + \text{加成比率})$$

(五) 輸配電子公司面臨組織重組，經營資源之重分配與整合

1. 輸配電社內分公司目標

2017 年 10 月，因應一般輸配電公司之法人分離，中電公司為輸配電事業專門設置輸配電社內分公司。輸配電社內分公司之組織架構詳見圖 34。輸配電社內分公司作為公用事業，其業務營運以符合中立及公平為原則，達成「提供穩定優質電力」、「符合用戶需求的服務」和「實現不遜於其他地區之低輸配電費率」三大目標，以促進集團成長。

輸配電社內分公司

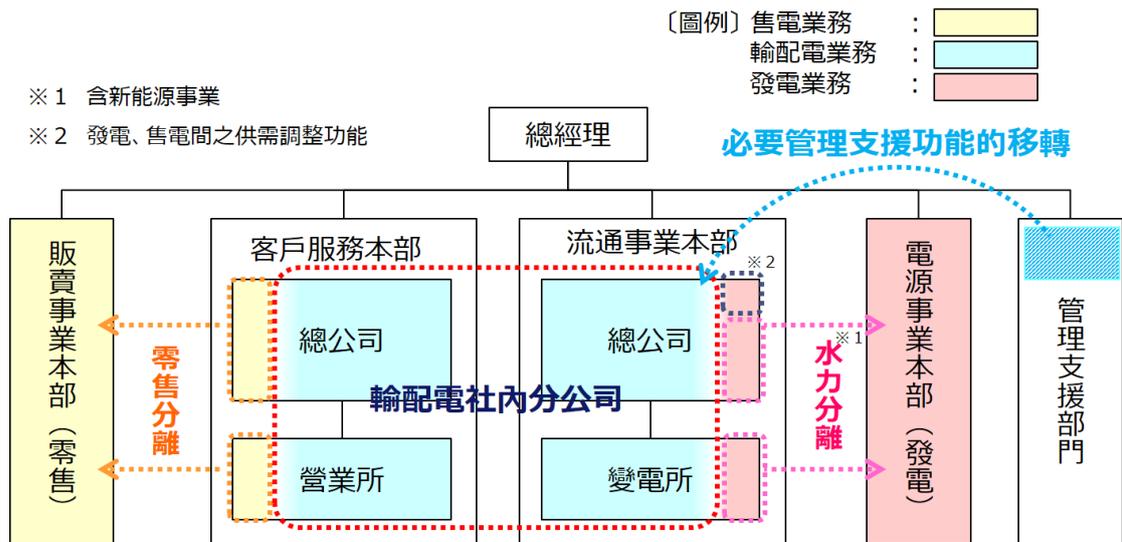


Copyright(C) The Chugoku Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

圖 34 輸配電社內分公司之組織架構

2. 配售分離

中電公司將原先屬於客戶服務本部之售電業務與原先屬於流通事業本部之水力發電業務(含新能源業務、供需調整功能)，移交至販賣事業本部及電源事業本部管理。同時，自管理支援部門將土地與會計業務等，移交至輸配電社內分公司管理。原客戶服務本部(不含零售)與原流通事業本部(不含水力、新能源事業，發電、零售間供需調整功能)，再加上財產管理、資通訊部門等新增支援功能。輸配電社內分公司組織整備詳見圖 35。

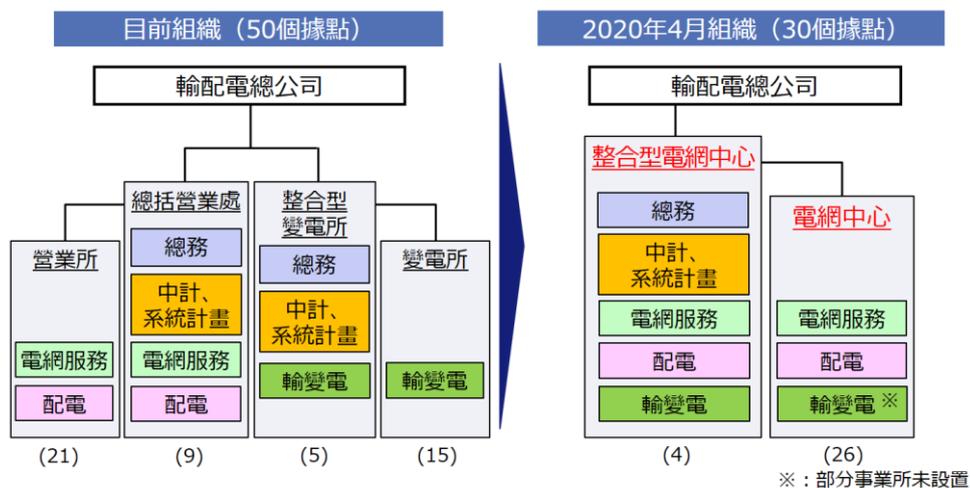


Copyright(C) The Chugoku Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

圖 35 輸配電社內分公司組織整備

3. 輸配整合

輸配電社內分公司以 2020 年 4 月為目標，考慮輸配電相關設施規模等，循序漸進整合和重組現有的營業所和變電所，統整以縣或縣所屬範圍之整體區域為單位之 4 個電網中心，整合相關輸變配電設備的規劃、維護、操作、運轉業務，建立一貫體制(如圖 36)。

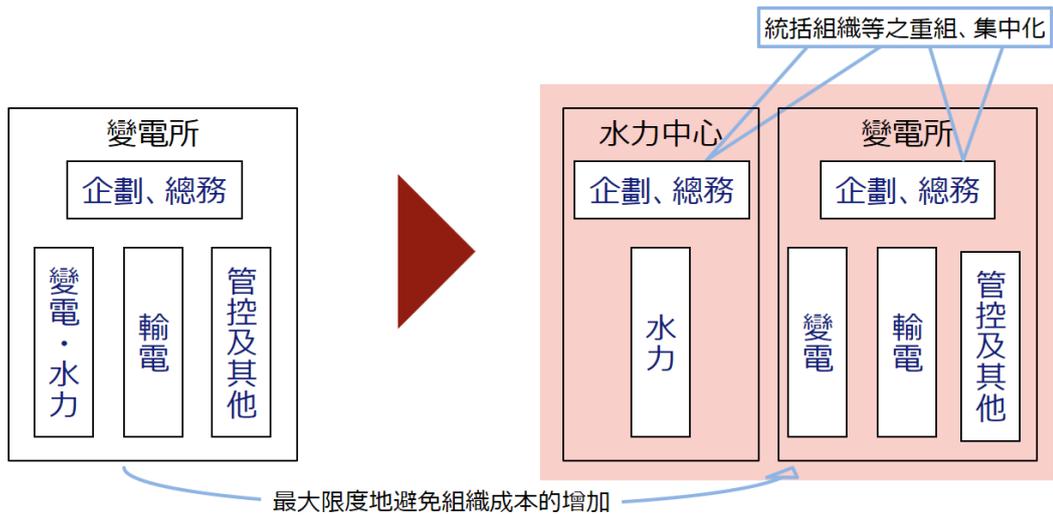


Copyright(C) The Chugoku Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

圖 36 輸配整合

4. 經營資源(人力、物力、財力)之重分配與整合

依組織改革，將公司內部組織原先分配之經營資源，進行重新分配與整合。一般而言，若執行組織分割，各組織所需的成本（例如管理間接成本）會在整個組織中增加，但藉由最大限度地提高營運和組織的效率，最小化分割規模，盡可能避免分割前後的成本增加。



Copyright(C) The Chugoku Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

圖 37 變電所分割案例

二、大量太陽光電併網因應策略

(一) 日本中國電力公司電力系統架構

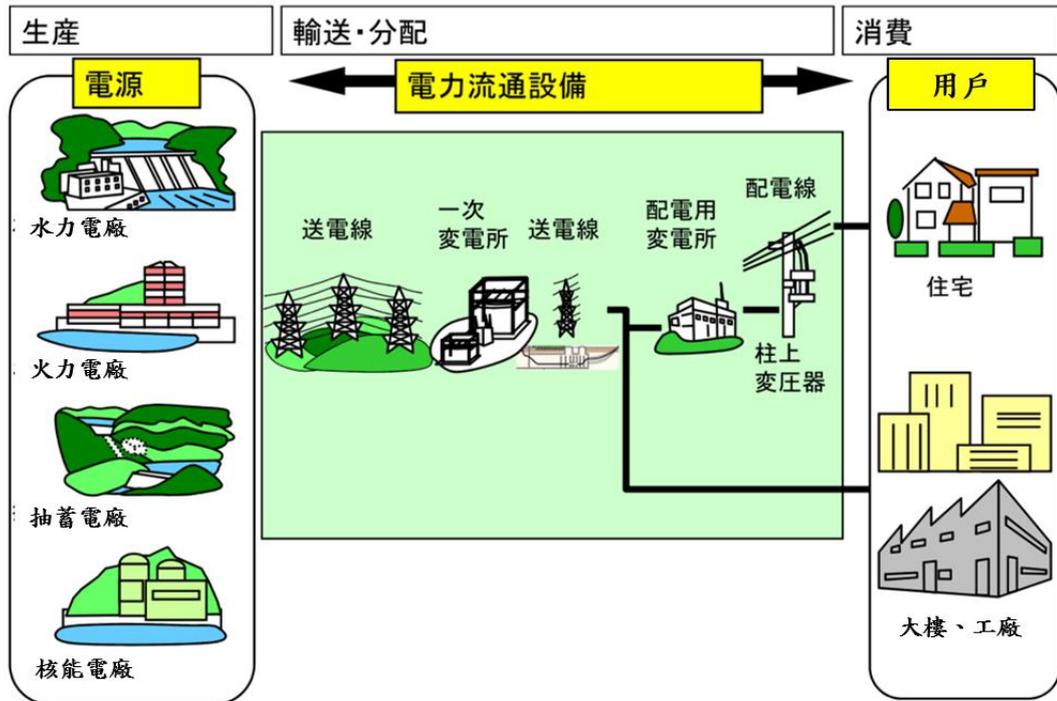


圖 38 電力系統基本架構

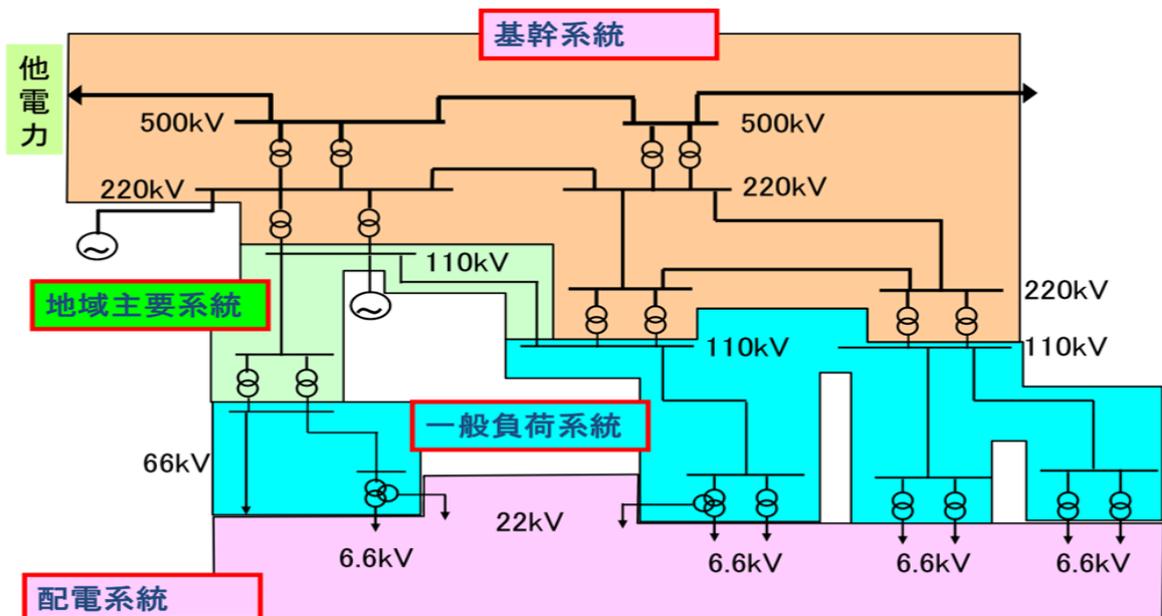


圖 39 電力系統電壓層級

日本中國電力公司電力系統架構如圖 38 至圖 39 所示，其基本架構與本公司類同，差異處在於不同的標稱電壓，依電壓階級分為基幹系統、地區主要系統、一般負荷系統及配電系統，基幹系統為 500kV、220kV 之輸電幹線設備，地域主要系統為變電所間聯絡線 110kV 輸電線及 110/66kV 變電所設備，一般負荷系統為 110kV 以下設備(除地區主要系統、配電系統以外的設備)，配電系統為配電部門所轄 22kV 及高壓 6kV 等以下設備，配電設備之構成如圖 40。

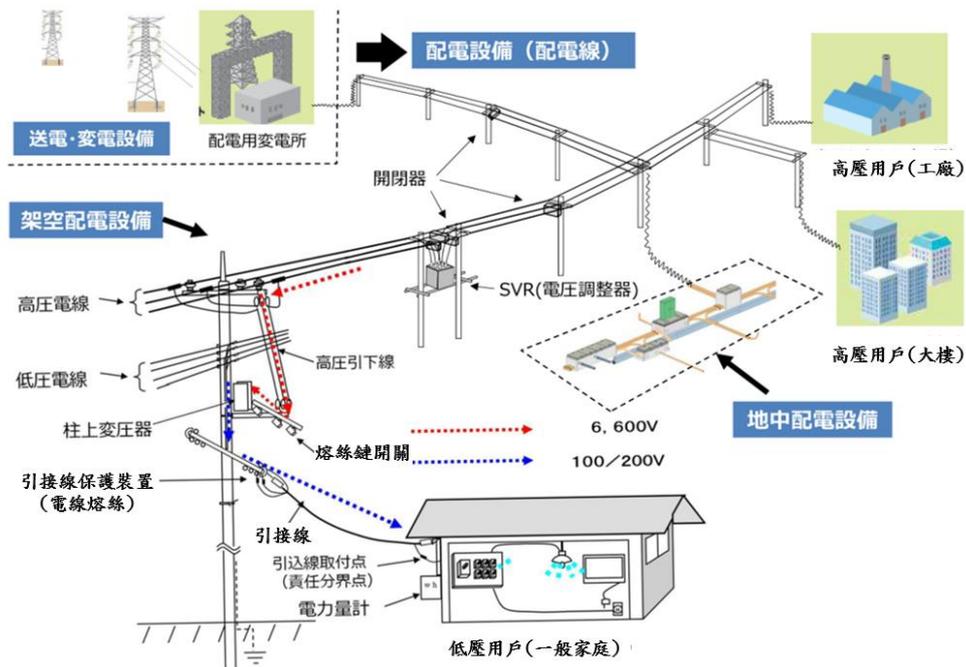


圖 40 配電設備構成

幹線及地域主要系統的特色為事故發生會造成大範圍停電，對於事故風險的應對非常重要，且設備需要大規模投資及長期建設，因此需考量經濟性評估以做適當的設備投資。一般負荷及配電系統之特色為設備密度、型態等需考量地區特性，其投資以滿足供電可靠度為主要考量，一般負載系統與配電系統之整合規劃，以高效能之設備與規劃較少損失為主要考量。

太陽光発電



圖 41 中電公司太陽光電併網量統計

日本中國電力公司統計至 2019 年 4 月止，已完成併聯及申請訂約裝置容量總計 731 萬 kW，如圖 41 所示。中國電力公司發電設備電源之構成，新能源占整體比例為 21.2%，如表 8 所示。

表 8 中電公司發電能源占比

■發電設備・電源構成（他社受電を含む）

		單位	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	比率	
發電設備	水力	千 kW	3,130	3,131	3,131	3,131	3,132	16.2	
	火力	煤	千 kW	5,375	5,145	5,355	5,355	5,355	27.7
		LNG, 其他	千 kW	2,754	3,104	3,104	3,104	3,104	16.1
		石油	千 kW	3,186	2,836	2,836	2,836	2,837	14.7
		計	千 kW	11,314	11,084	11,294	11,294	11,295	58.4
	核能	千 kW	1,280	1,280	820	820	820	4.2	
	新能源	千 kW	78	255	2,308	3,570	4,091	21.2	
合計		千 kW	15,802	15,749	17,553	18,815	19,338	100.0	

(注1) 發電設備の集計方法について（資源エネルギー庁「電力需給バランスに係る需要及び供給力計上ガイドライン」に準じて集計）
 ・新エネルギー（自社設備を除く）について、2015年度より、8月（最大需要発生時）の供給力から契約最大電力へ、記載方法を変更。（2015年度は8月（最大需要発生時）の契約最大電力、2016年度より年度末の契約最大電力を記載。）
 ・その他は、年度末の設備量を記載。

(二)太陽光電併網電壓變動限制值

當用戶有設置太陽光電發電設備，夜間無日照未發電時，因引接線路有阻抗之物理性質，用戶端電壓因線路壓降故比電源端為低，電力潮圖由

電源端流向用戶負載端，白天太陽光電有發電輸出時，會形成與電源側引接線潮流相反情形，用戶端電壓會較配電線路高，隨著太陽光發電增加，用戶受電端電壓會跟著上昇，如圖 42 所示。

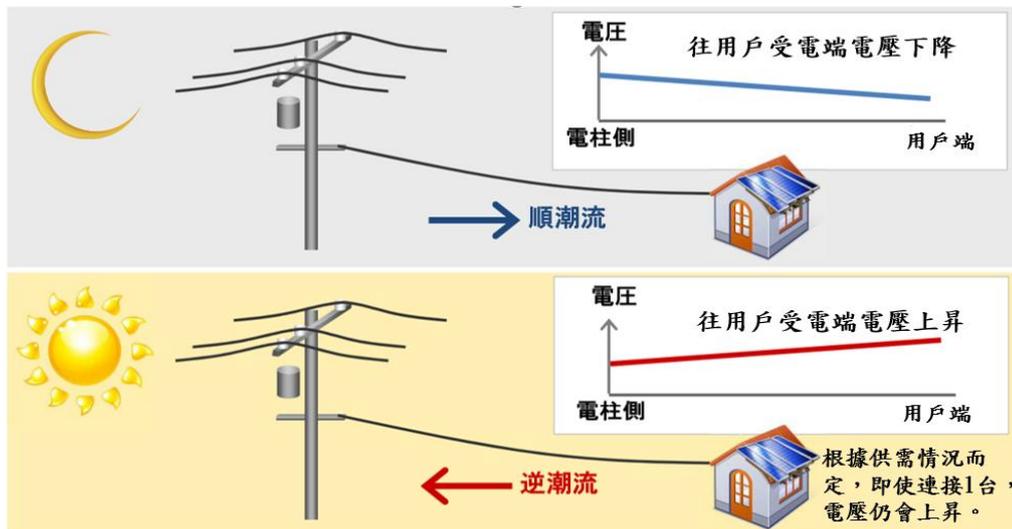


圖 42 用戶端電壓升降示意圖

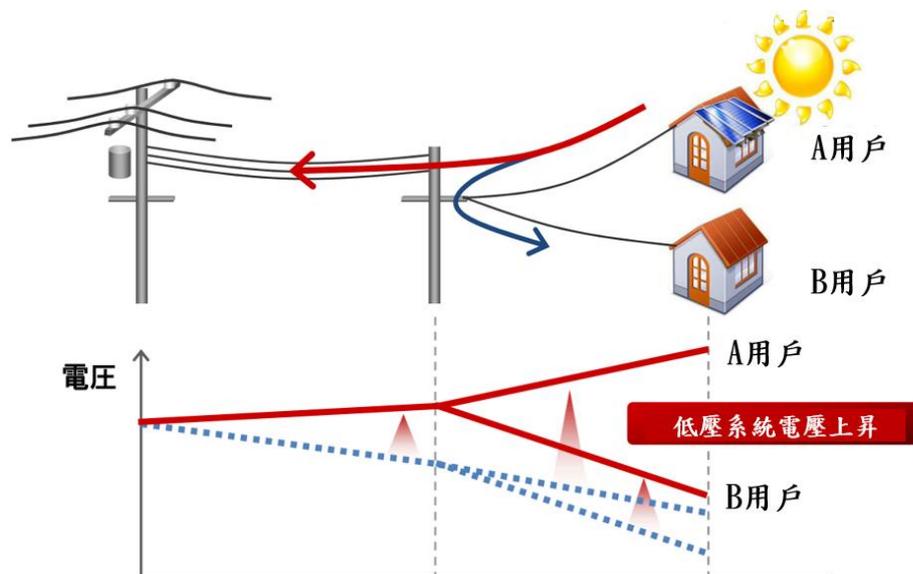


圖 43 白天太陽光電發電造成電壓上昇

其他用戶與太陽光發電設置戶共用接戶線時，用戶電壓上昇情形如圖 43 所示，A 用戶之太陽光電發電時，為了將太陽光電輸出至電網，A 用戶端電壓會上昇，同時。因 A、B 兩用戶共用接戶線，B 用戶端電壓也會提

高，進而對電力品質造成影響。

太陽光電因為天候及時間的關係產生發電量變化，隨著併網量增加，會造成用戶電力品質降低，且會受到以下之影響：

1. 太陽光電發電量減少。
2. 用戶之電氣設備燒損、不良、效能變差、設備壽命減少等。

太陽光電發電量造成配電線路供電能力之重大影響，可能造成配電事故時停電範圍擴大及處理時間增加。太陽光電併網量之多寡造成用戶之影響如表 9 所示。

表 9 太陽光電併網量造成用戶之影響

太陽光電併網量	電力品質	對用戶之影響	
		太陽光電	電氣設備
少	<ul style="list-style-type: none"> ● 維持良好電力品質 ● 電流方向固定 ● 維持電壓變動範圍內 	<ul style="list-style-type: none"> ● 發電輸出功率穩定 → 發電量多 	<ul style="list-style-type: none"> ● 動作正常
多	電力品質惡化 <ul style="list-style-type: none"> ● 電流方向變動 ● 超出電壓變動範圍 	<ul style="list-style-type: none"> ● 常發生輸出功率降低 → 發電量減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 動作異常發生 ● 壽命減少 ● 異常發熱、燒損

依日本電氣事業法第 26 條第 1 項規定，電氣事業者(不包含卸電氣事業者(電源開發 J-POWER 和日本核能發電)及一定規模電氣事業者)，其供電電壓及頻率應努力保持在經濟產業省訂定之規定值。日本經濟產業省所訂電氣事業法施行規則第 44 條第 1 項規定之電壓變電範圍如表 10 所示。

表 10 電氣事業法施行規則第 44 條第 1 項規定之電壓變動範圍

標準電壓	100伏特	200伏特
電壓範圍	不超過101伏特±6伏特 101±6 V	不超過202伏特±20伏特 202±20 V

我國電壓變動率標準與日本中電類同，106 年 6 月 12 日經濟部所訂電

業供電電壓及頻率標準第四條第二項規定，供電電壓變動率之高低以不超過下列百分數為限：

1. 電燈電壓：百分之五。
2. 電力及電熱之電壓：百分之十。
3. 電燈、電力、電熱混合線路：百分之五。

中電公司為維持適當電壓以符合法規，運用 1.用戶，2.中國電力公司之各種對策。如圖 44 所示。

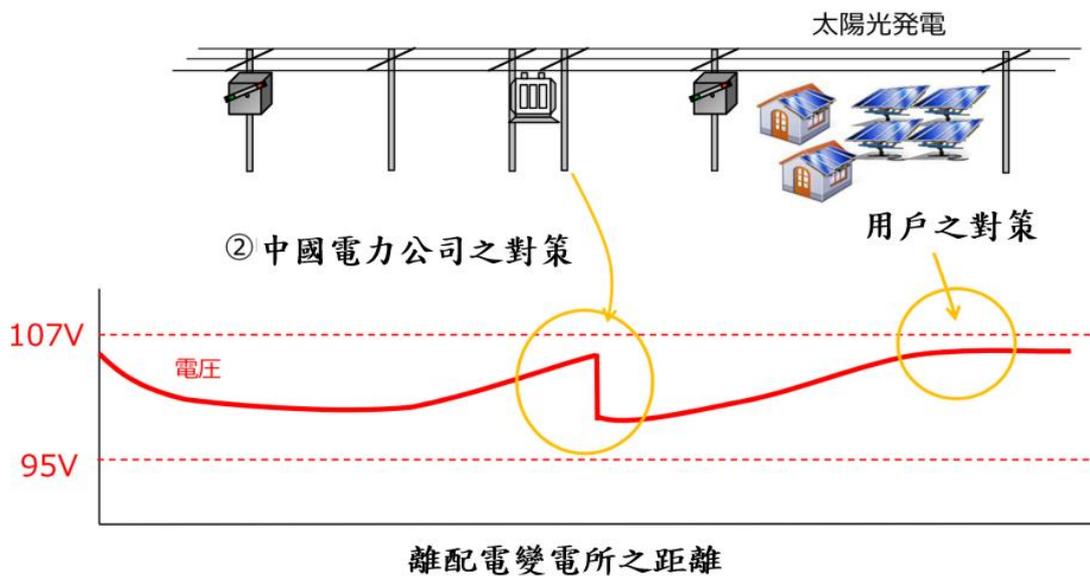


圖 44 中電公司電壓控制對策

中電公司依「確保電力品質之併網技術要點指南」，考量維持受電端之電壓於適當範圍內(101±6V)，由電力公司計算確認電壓上限之建議值，並由用戶設定太陽光電設備之電壓上限值，以有效調控供電電壓，如圖 45 所示。

電壓規制點	太陽光電設備之電壓抑制機能上限值
受電端	增加從受電端到PV發電端之最大電壓上昇値(ΔV_2)
引接桿	計算從引接桿到PV發電端之最大電壓上昇値($\Delta V_1 + \Delta V_2$) 107V加上此數值

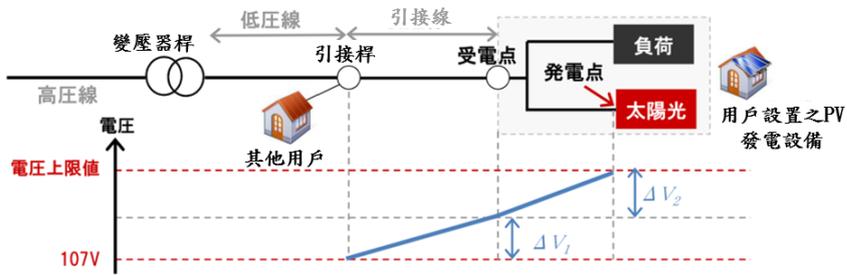


圖 45 電壓控制之用戶對策

太陽光電系統多數具有抑制電壓上昇之功能，限制電壓上昇超過標準，並維持適當電壓，此功能啟動時會限制太陽光發電輸出。如圖 46 所示。

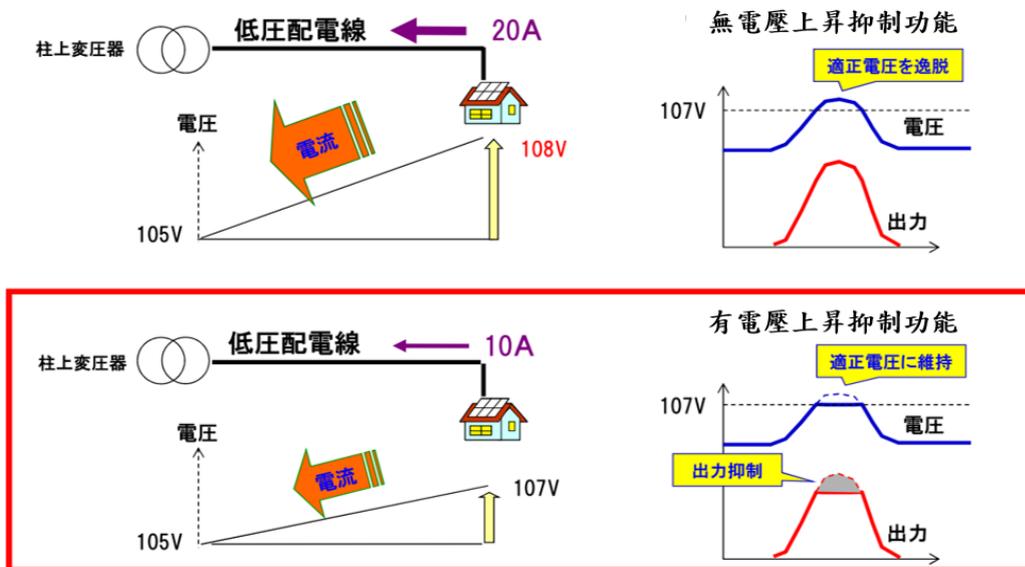


圖 46 太陽光電電壓調控方法

另外中電公司對供電線路電壓之對策為採用於線路上裝置自動電壓調整器 SVR(Step Voltage Regulator)，藉由自動電壓調整器自動調控供電線路上之電壓，降低大量太陽光電併網造成系統電壓上昇之衝擊，如圖 47 所示。

自動電壓調整器 SVR (Step Voltage Regulator)

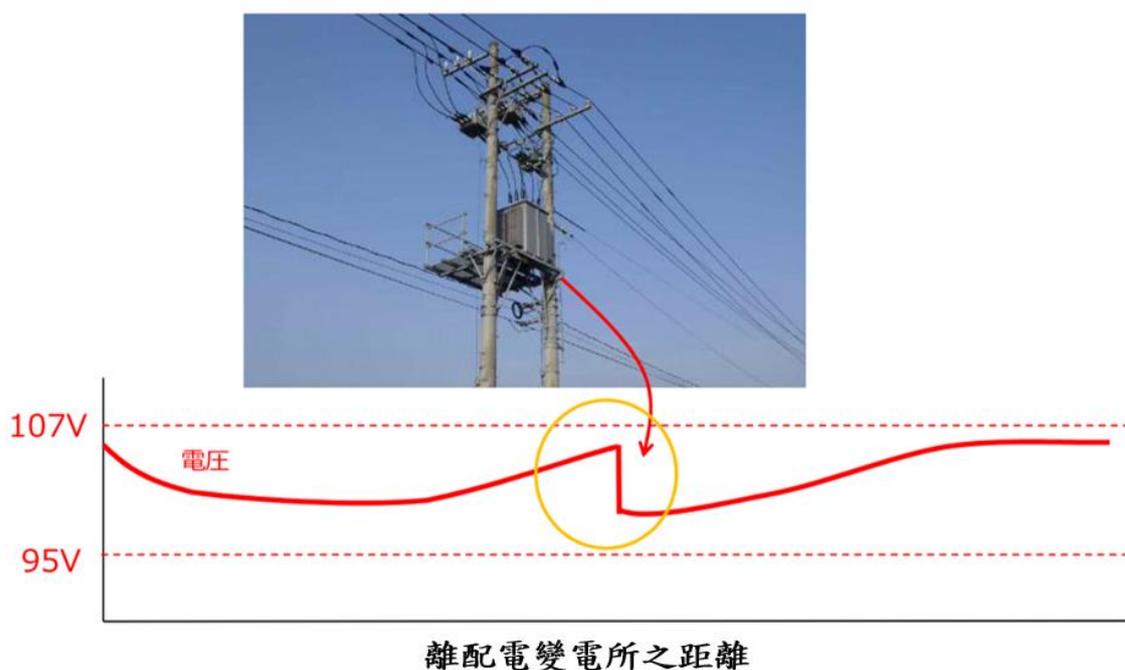


圖 47 自動電壓調整器電壓調控對策

(三) 配電饋線允許最大併網量

中電公司之併網電壓，依用戶發電設備容量而定，用戶發電設備容量未滿 50kW，併低壓配電線路；用戶發電設備容量 50kW~未滿 2,000kW，併高壓配電線路；用戶發電設備容量 2,000kW 以上，併特高壓輸電線路。如表 11 所示。

表 11 中電公司用戶發電設備併網種類

併網種類	用戶發電設備之容量
低壓 (100V, 200V)	~50kW未滿
高壓 (6.6kV)	50kW~2,000kW未滿
特別高壓 (22kV~)	2,000kW~

中電公司允許配電饋線最大併網量，係以不能超過配電饋線上之電線、

開關、SVR 之設備容量。相關案例如圖 48 所示。

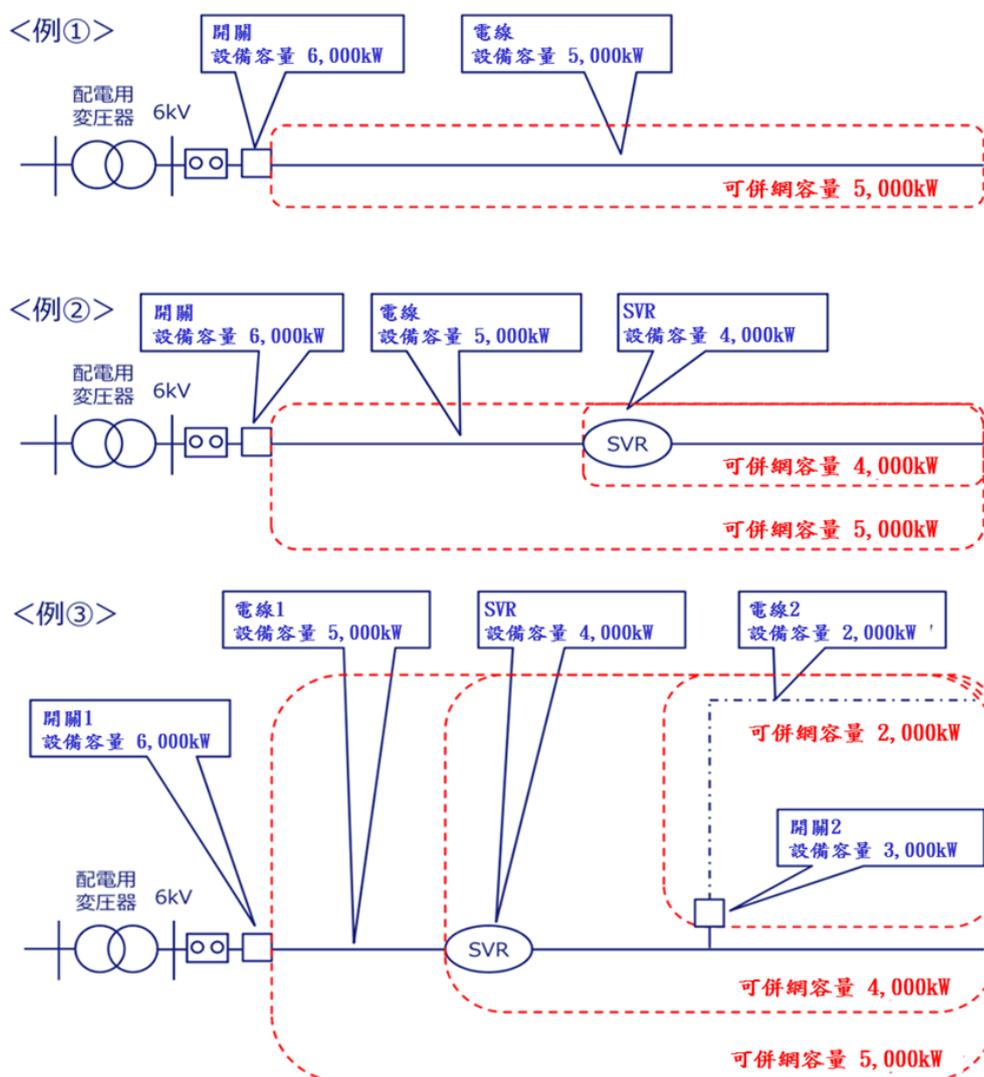


圖 48 配電饋線允許最大併網量案例

(四) 變電所內主變壓器逆送電力限制值

2013 年 5 月 31 日，日本經濟產業省放寬容許變電所內主變壓器逆送電力。若實施「電力保安」、「電力品質」相關措施，變電所內主變壓器將允許逆送電力。如圖 49 所示。

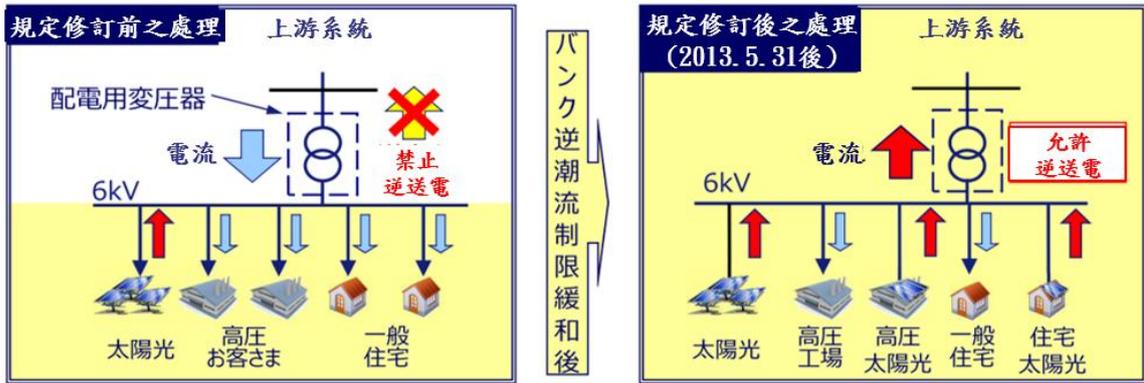


圖 49 變電所內主變逆送電力限制放寬前後比較圖

為評估變電所內主變壓器逆送電力限制值，中電公司已建立評估流程及設定二處查檢點：檢查點 1 及檢查點 2，以評估判斷是否要進行相關措施。

【檢查點 1】是否辦理容許主變壓器逆送電力措施

【檢查點 2】是否辦理加強設備措施

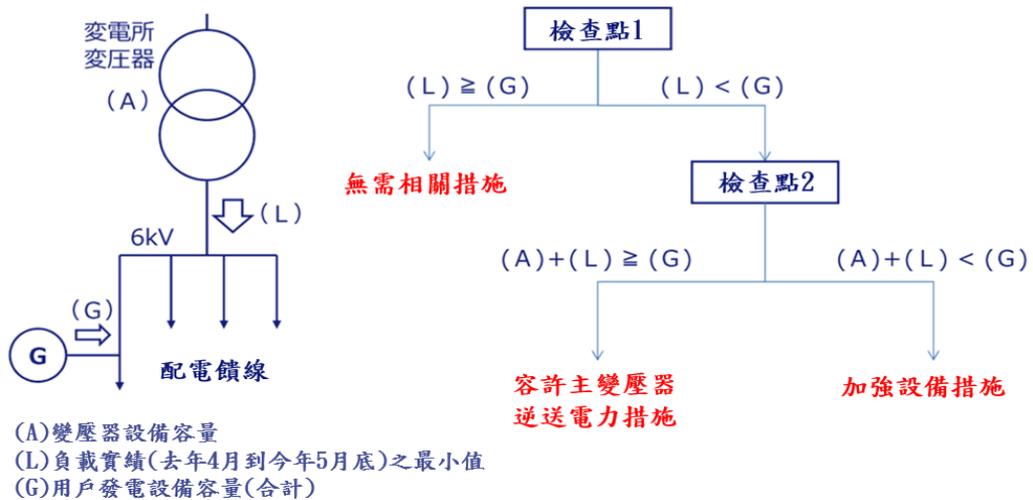


圖 50 變電所配電饋線電壓為 6kV 之主變逆送電力評估流程

變電所饋線電壓為 6kV 時，主變逆送電力限制值評估流程如圖 50 所示，檢查點 1：倘用戶發電設備容量 G 小於負載實績之最小值 L 時便無逆送電力，可直接併網無需相關措施，否則進入檢查點 2：用戶發電設備容量 G 大於主變容量 A 及負載實績之最小值 L 時，需辦理加強設備措施，

故容許逆送電力最大值為主變容量 A 及負載實績之最小值 L 之和。

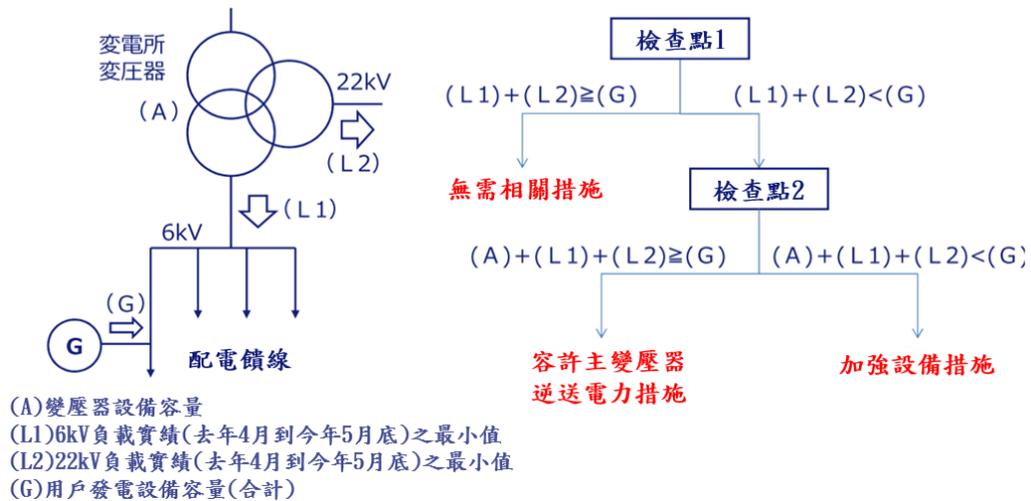


圖 51 變電所配電饋線電壓為 6kV 及 22kV 之主變逆送電力評估流程

同理，圖 51 變電所配電饋線電壓為 6kV 及 22kV 之主變逆送電力評估流程，其容許逆送電力最大值為主變容量 A、6kV 負載實績之最小值 L1 及 22kV 負載實績之最小值 L2 之和。

(五) 太陽光電併網費用分攤方式

1. 費用分攤方式概要

- (1) 發電設備併網必要之系統設備工程主要分為「電源線」和「電網設備」。
- (2) 有關發電設備併網必要之系統設備工程費用，原則上，從原因者負擔的角度來看，用戶負擔全部費用，由中電公司施工，有關電網設備(電源線除外)，考量該工程亦受益於其他用戶和中電公司的觀點，工程費用根據受益率分配，計算出特定負擔和一般負擔，並且僅向用戶收取特定負擔，一般負擔由中電公司負擔。
- (3) 工程費用之計算方法，不論電源種類(太陽光電、風力、水利、生質能…等)均以相同方式計算，如圖 52 所示。
- (4) 有關「電源線」之費用負擔，依「電源線成本費用省令」規定，全部為用戶特定負擔。

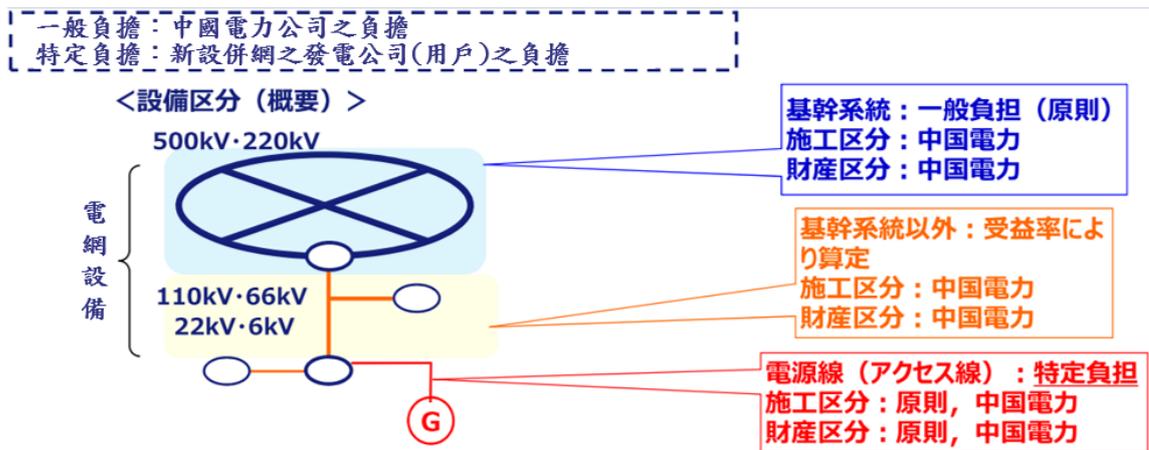


圖 52 太陽光電併網費用分攤方概要(一)

- (5) 有關「電網設備」之費用負擔，依「發電設備設置之加強電網和費用負擔業務指南」(簡稱費用分攤指南)(2015年11月6日)規定，基幹系統原則為一般負擔(中國電力公司負擔)，基幹系統以外按受益率分配。
- (6) 有關加強 6kV 配電線，全部歸為特定負擔。如圖 53 所示。

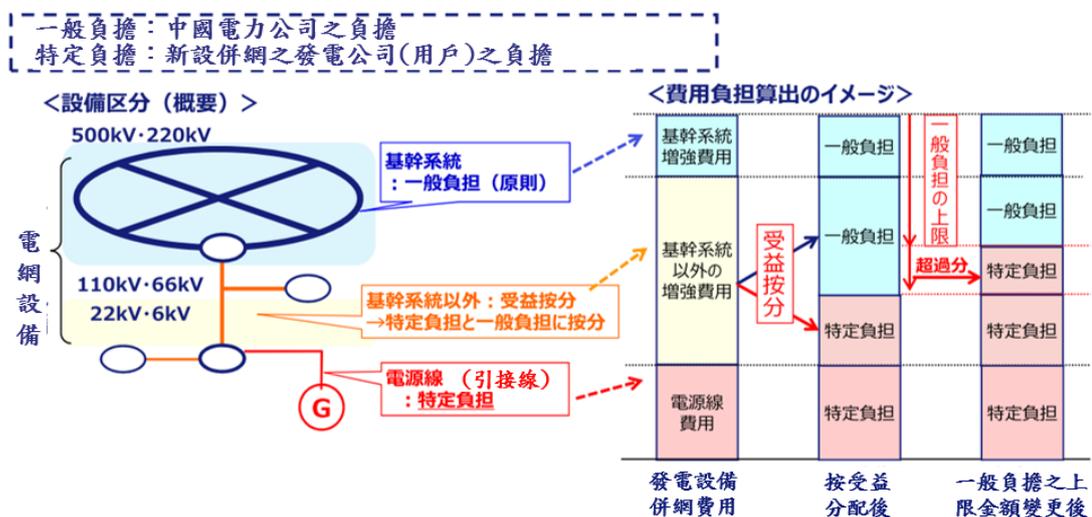


圖 53 太陽光電併網費用分攤方概要(二)

2. 費用分攤之計算-按受益分配

- (1) 有關按受益分配有以下 3 種：

- A. 「設備更新帶來之受益」。
- B. 「設備精簡帶來之受益」。
- C. 「供電穩定度提高之受益」。

有重複的部分，採用一般負擔金額較大之一方（中國電力的負擔為較大的一方）。

(2) 設備更新帶來之受益具體實例如圖 54。

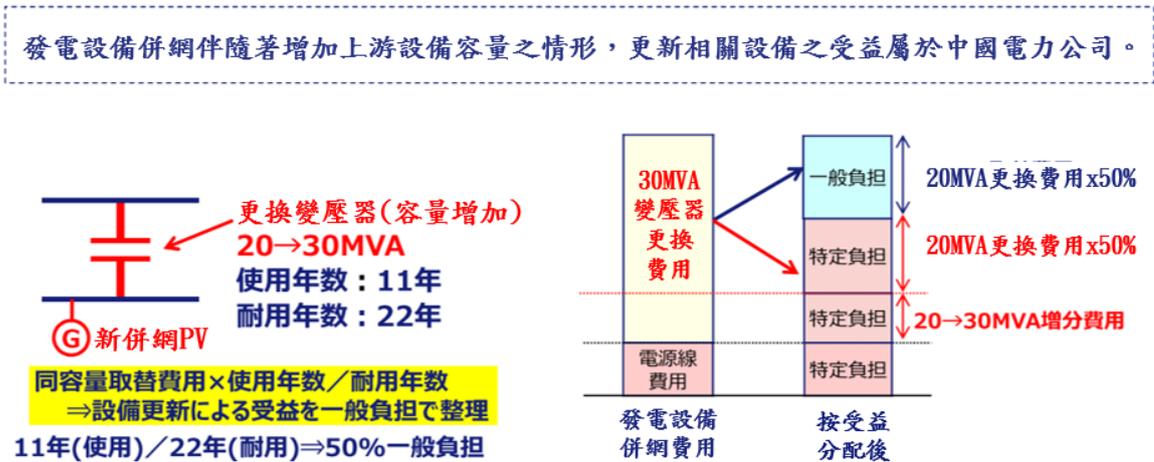


圖 54 設備更新帶來之受益具體實例圖

(3) 設備精簡帶來之受益具體實例如圖 55。

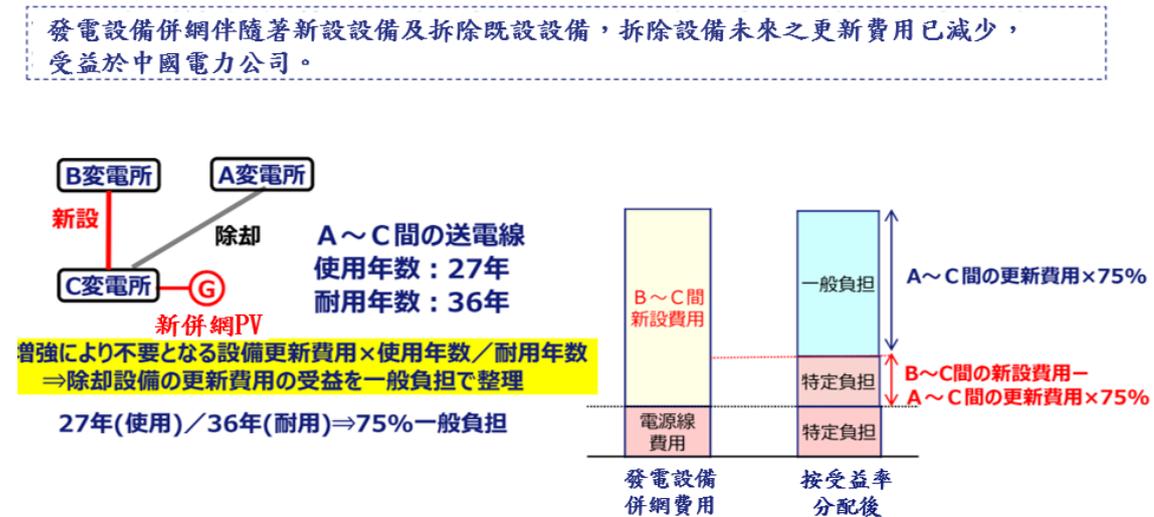


圖 55 設備精簡帶來之受益具體實例圖

(4) 供電穩定度提高帶來之受益具體實例如圖 56。

發電設備併網伴隨著新設線路成為2回路供電，可提高既設用戶和發電業者之可靠性，此受益於中國電力公司。

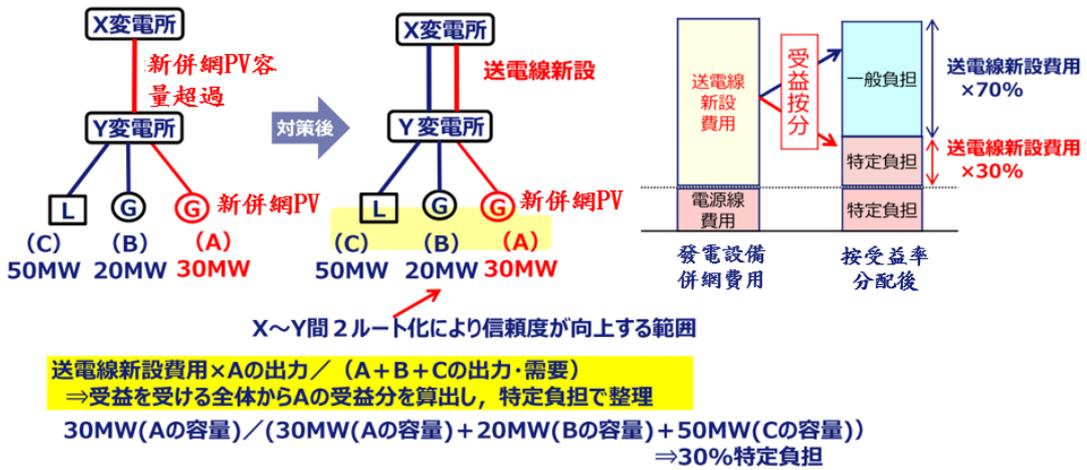


圖 56 供電穩定度提高帶來之受益具體實例圖

(5) 超過一般負擔之上限金額實例如圖 57。

一般負擔中超過標準金額的部分，為特定負擔，仍須由申請人負擔併網工程費。

※隨著設置小型發電設備，加強電網增加費用成本，最後會增加用戶的負擔。

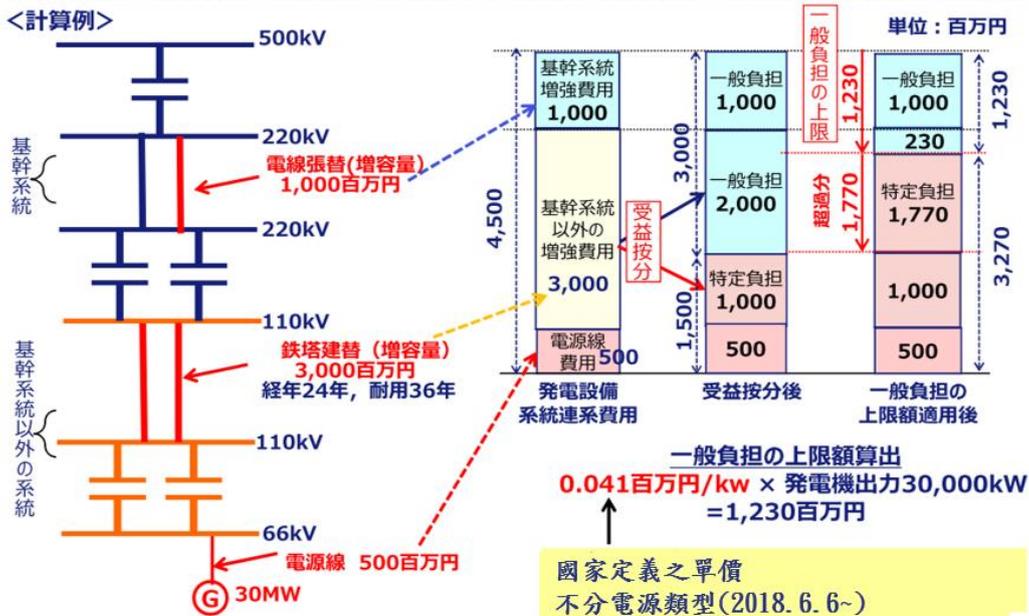


圖 57 超過一般負擔之上限金額實例圖

(6) 逆送電力對策費用

電力通常是從上游輸電線路流向下游經配電線至用戶，但大型太陽能電廠連接到配電線路時，電流從配電變壓器下游配電線路逆向往上游側輸電線路側流動。例如代輸之情形，申請人需再負擔逆送電力對策費用。中電公司目前逆送電力費率為 3,780 日元/kW，如圖 58 所示。

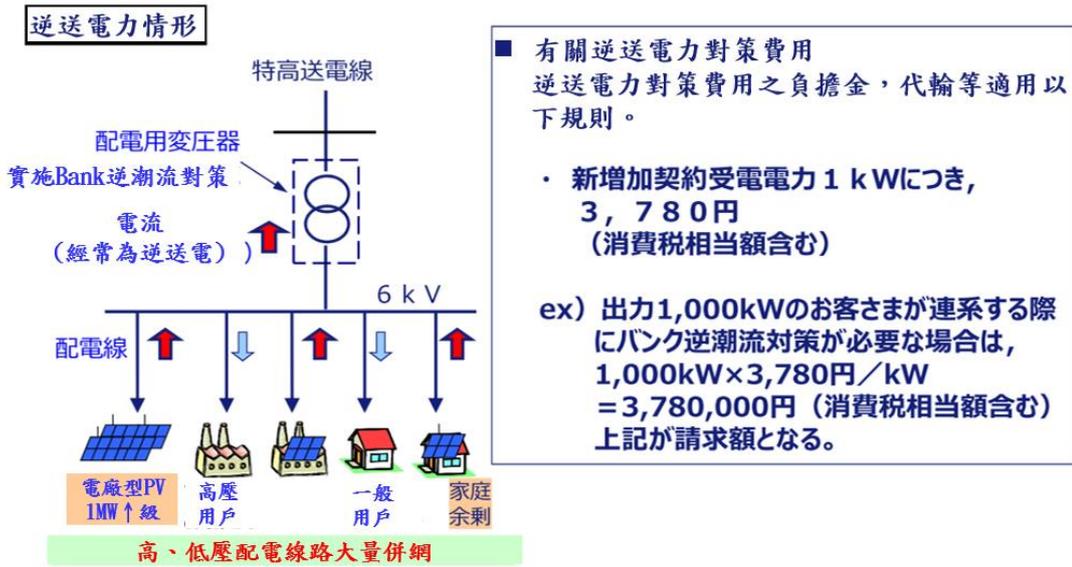


圖 58 逆送電力對策費用實例圖

三、大型燃氣機組建廠過程經驗交換

一、前言

非常感謝台電公司給我這個機會參訪中電公司，學習大型天然氣機組建廠經驗，此次活動由李副總經理鴻洲擔任團長帶隊，因中電公司與本公司長年往來密切而溫馨的情誼，從 1966 年締結為姊妹公司迄今，雙方交流考察互訪超過 50 年，即使中日斷交仍不間斷；歷年本公司共計已派出觀摩團 44 屆 428 名人員，考察團 18 屆 90 名人員；能參與第 19 屆考察團，至感榮幸及謝意。

二、中電公司簡介及相關計畫介紹

中電公司成立於 1951 年，為一擁有工程、製造、通信、輸配售電、發電事業等關係企業集團，員工人數 9,169 名；在電力事業方面，計有 12 座火力電廠，1 座核能電廠及為數不少的水力及再生能源電廠，總裝置容量約 1,153 萬 KW，約莫本公司三分之一規模(3,315 萬 KW)；目前中電有一國際化名稱，Energia。

在組織上，中電公司自 2016 年 4 月起電力進入零售全面自由化，2020 年 4 月 1 日輸配電部門也將從母公司分離，由於環保議題日益受到人民的關注，尤其經過 2011 年 311 大地震及福島核災事故後。在核電廠受到抵制，如何讓燃煤電廠所產生的空汙及 CO₂ 排放減量，都是新世代火力電廠競爭力提升發展的方針。迎接全面自由化及環保意識高漲，中電公司為強化公司的體質，除了增建超超臨界之三隅發電廠燃煤混燒木質燃料的#2 號高效率機組(1000MW)及新建柳井(yanai)一、二號機共 1400MW 高效率電廠外；與 J-power 公司共同研究試驗中的煤炭氣化複循環發電(IGCC)，發展再生能源發電，在在都是為了降低 CO₂ 排放作出貢獻，同時提升公司的競爭力。如同日本新世代火力電廠發展趨勢圖(圖 59)，中電公司未來也是順應趨勢，積極建構。

另外行程中也介紹了兩個精進改造老舊電廠的特殊案例工程：1. 柳井(Yanai)電廠，2. 水島(Mizushima)電廠。

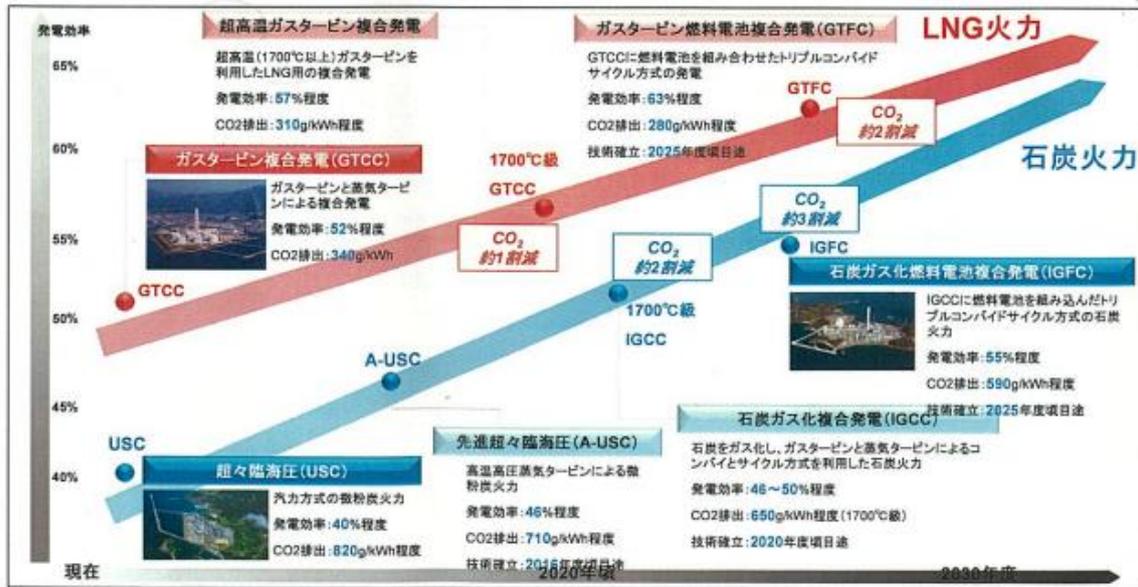


圖 59 日本新世代火力電廠發展趨勢圖

其中柳井 Yanai 一號機複循環電廠 6 部氣渦輪機(GT)由奇異公司(GE)的 F7EA 機型 82.7 MW，更新為三菱日立電力公司(MHPS)H100 機型 96.56 MW 輸出。整廠效率從 43.3%提升了 4.1%達 47.4%，同時每部機每年可降低將近 20 萬噸的 CO₂ 的排放；施工過程中遭遇舊有設備地基沉陷的問題，採用砂樁工法(sand-drain method)，改善地質增加地基排水性，可縮短土建工程工期，同時與當地居民不斷溝通取得共識，並開放許多工作機會給當地居民參與，降低居民對於天然氣管線的疑慮；這些動作與目前我們即將展開的興達天然氣複循環電廠工程，有許多相同可借鏡之處。

施工期間往往因為地質不良，設備地基會產生沉陷的問題，對發電計畫造成重大風險，中電公司採用砂樁工法(sand-drain method)，縮短土建工程工期，並採用基樁工法藉以承載基礎及設備重量，同時與當地居民不斷溝通取得共識，並開放許多工作給當地居民參與，擴大對於地方建設的積極回饋，以降低居民對於設置天然氣管線及電廠的疑慮。

柳井 Yanai 主要的蒸汽輪機(steam turbine)並未變動，6 部氣渦輪機(gas turbine,GT)全數更新，更新作業範圍如圖 60，其型式剖視圖如圖 61、62。

<i>Thermal efficiency after Upgrading 6 GTs</i>	<i>47.4 % (approx. 4.1% UP)</i>
<i>CO2 reduction after Upgrading 6 GTs</i>	<i>approx. 0.2 million ton-CO2 p.a.</i>

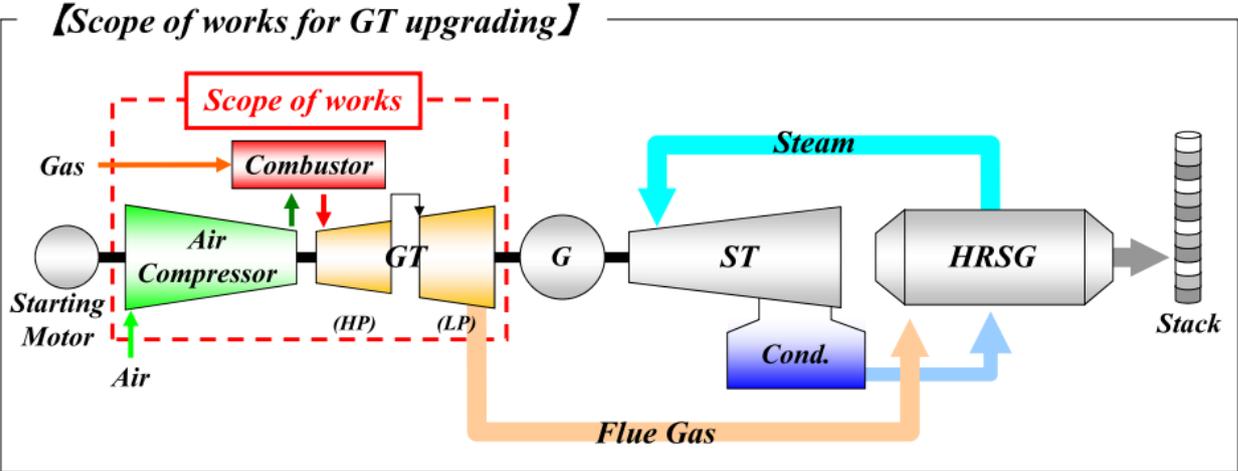


圖 60 柳井電廠更新 GT 型式

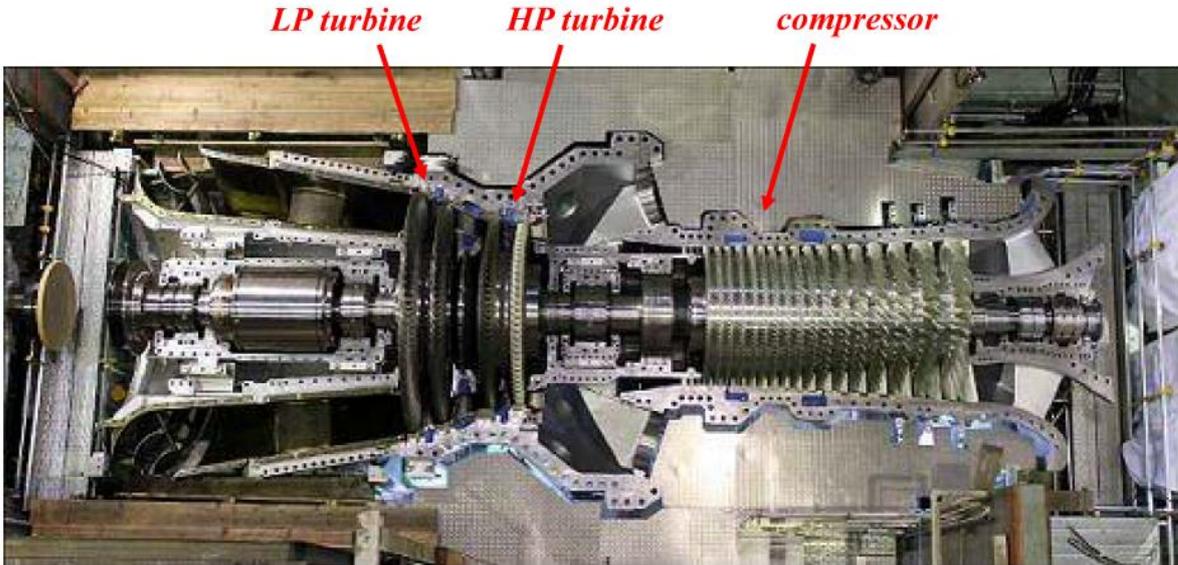


圖 61 三菱日立電力(MHPS) H100 型

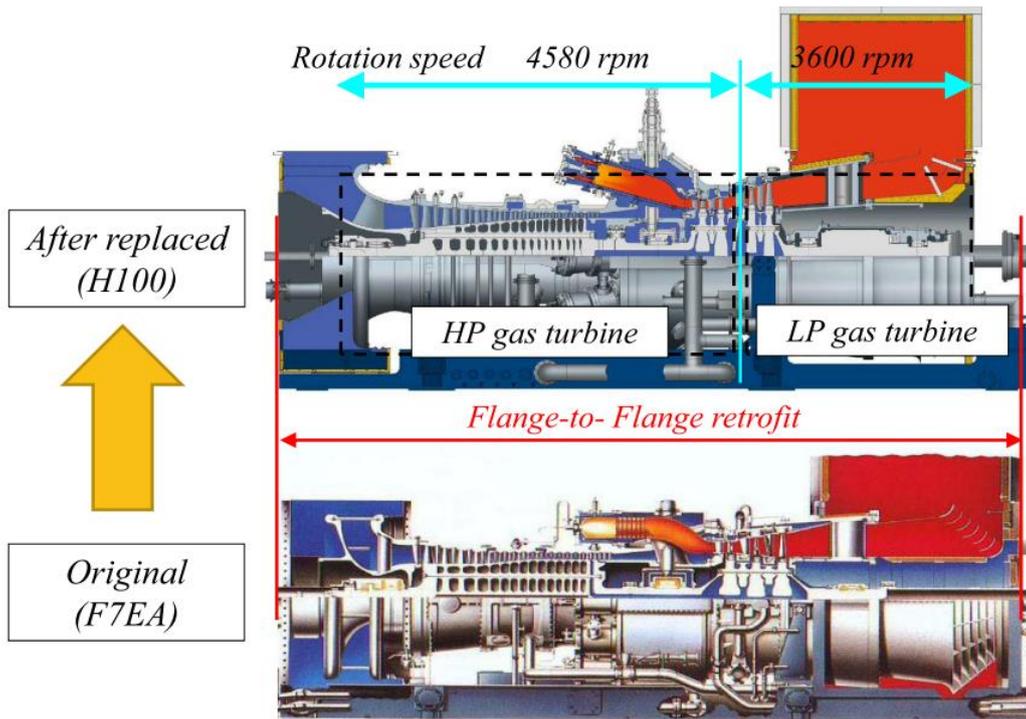


圖 62 H100 GT HP+LP turbine 剖視圖

其二，水島(Mizushima)電廠就更嘆為觀止了。其一號機從 1961 年商轉以來，歷經燃煤改採燃油，再改採燃煤，後來改燒天然氣，三號機則是 1973 年商轉，1994 年由燃油改燒天然氣，其歷程詳如表 12。

表 12 Historical Transition of Mizushima

	#1	#2	#3
<i>Generation Output</i>	<i>125MW ⇒285MW</i>	<i>156MW</i>	<i>350→340MW</i>
<i>Fuel</i>	<i>Coal→Oil→Coal ⇒LNG</i>	<i>Oil→Coal</i>	<i>Oil→LNG</i>
<i>Operation starting date</i>	<i>Nov, 1961</i>	<i>Aug, 1963</i>	<i>Feb, 1973</i>
<i>Conversion fuel to Oil</i>	<i>Feb, 1970</i>	—	—
<i>Conversion fuel to Coal</i>	<i>Jul, 1984</i>	<i>May, 1984</i>	—
<i>Modernization of equipment</i>	<i>Jun, 1993</i>	<i>Jun, 1993</i>	<i>Jun, 1994</i>
<i>Industrial Steam supply</i>	—	<i>May, 2005</i>	—
<i>Co-firing with BOG</i>	—	<i>Mar, 2006</i>	—
<i>Conversion fuel to LNG</i>	<i>Apr, 2009</i>	—	<i>Apr, 2006</i>

在台灣很難想像一個電廠可以歷經如此多次的重大改造，台灣也有部份改善環保設施或提升鍋爐效率等一次性改造及延長電廠壽命的工程，像水島一號機這樣多次更換機組的經驗，實在難得。同時各項經濟效益的評估，既有設備可用之評估，以及不同型式的基礎變更，如何裝設在已有 50 年歷史的基地上，光是沉陷量，最大差異處據電廠人員說幾達 2 米之譜，因基礎設備載重均採基樁承載，並未造成重大問題。可見電廠改造工程有其施工難度。同樣為了環保及效率議題，以水島一號機為例，改造後效率提升近 12%，CO₂ 排放量降低近 80 萬噸。其改建系統圖如圖 63。

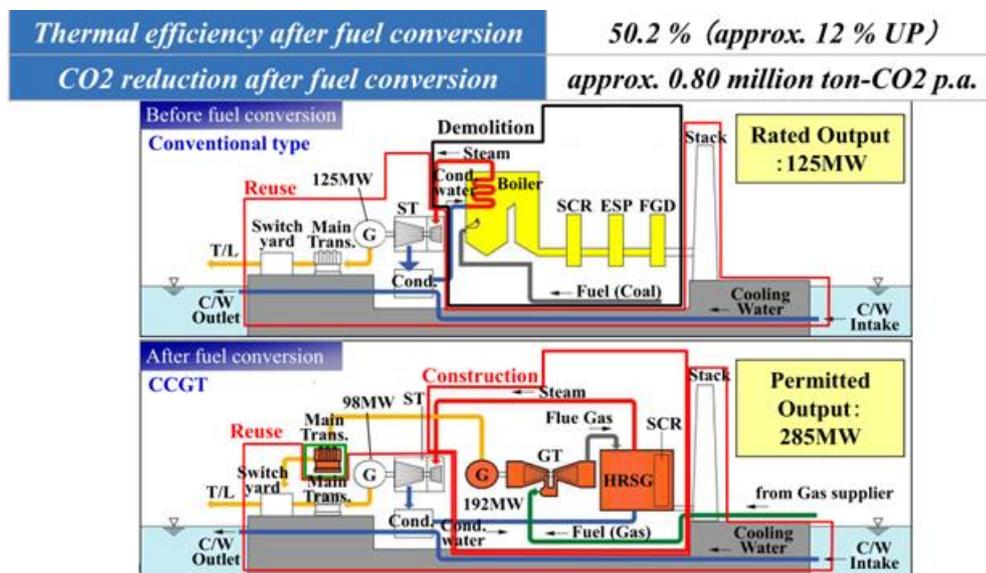


圖 63 水島一號機燃氣設備系統圖

溫室氣體的減量排放是日本及世界發電的共同趨勢，我國的能源政策也確立將在 2025 年，將燃煤電廠比例降至 30%，燃氣電廠提升至 50%，20%靠再生能源供應。剛通過環評初審的興達燃氣複循環發電計畫，屬於高效率低汙燃的新型復循環電廠，大約有 3,900 MW 的發電量，以替換舊有等量的發電容量，卻可降低超過 80%的空汙排放量。

三、建廠過程經驗交換

中電公司提供柳井(Yanai)GT1-1 更新 GT 安裝相關經驗，許多都是建

廠過程寶貴的經驗：

(一) 氣渦輪機(GT)製造監造過程注意事項

1. 工廠檢查

材料檢查、尺寸檢查、各零件之非破壞檢查、低速平衡檢查、組裝檢查、外觀檢查、運轉測試等，是否無異常之確認。精湛的技術搭配嚴格的製程管控，製造出性能優越且高品質的設備，必能降低測試運轉過程的故障機率。

2. 地基建造

基礎鋼筋、預埋件、螺栓等位置是否與圖片相符之確認。土建工作關係到設備定位的精準與否?任何環節都不能馬虎，才能確保設備安裝順利。

3. GT 安裝定位

搬運路徑、時程之事前確認。

定位後軸承等位置是否於設計範圍內之確認。重件運輸的路徑及時程，定位是否確實，任何小缺失，都可能造成設備運轉的振動值偏高。

4. 輔機類設備安裝

配管、風道、風機、泵浦等設置是否與圖面相符之確認。週邊設備也需配合確認。

5. 油洗、各補機類測試

油的清淨度是否於標準範圍內、各輔機類是否正常運作之確認。

6. 綜合試運轉

連鎖測試、負荷測試、加速測試、Runback、廠內單獨測試、起停測試、性能測試等，是否無異常之確認。

(二) GT 發電機製造監造過程注意事項

1. 廠內測試

絕緣阻抗測試、耐電壓測試、性能測試、連續運轉測試、尺寸檢查、外觀檢查。

2. 地基建造

基礎鋼筋、預埋件、螺栓位置、灌漿接觸面等之確認。

3. 轉子中心孔、氬氣冷卻器洩漏試驗

使用氬氣確認。

4. 與 GT 的校準確認

是否於標準值內之確認。

5. 儀表類建造

設置位置是否與圖面相符之確認。

6. 發電機洩漏測試

從發電機內開始是否有洩漏現象之確認。

7. 綜合試運轉

連鎖測試、絕緣測試、溫度上升測試等，是否無異常之確認。

這些都是關鍵中的關鍵重點。

(三) 建造中設備及建物基礎沉陷的管理

1. 填海造地、整地

Sand compaction pile method 等方法強化地盤。

2. Prestressed concrete pile 之打設承載基礎及設備載重，防止日後回填區

域的沉陷，對照進出水口、燃料容器、汽機房、鍋爐、泵浦等設置配合打設 PC 樁。

3. 基礎完成後，高程之確認

完成面高程是否位於容許範圍內之確認。

4. 基礎上的建物、設備設置

施作中各階段的基礎高程量測。

5. 設備運轉開始以後，定期執行整體基礎高程測定及不平

均下沉量之監測工作，尤其對於重量較大之發電機與 ST 周圍的基礎，另外法令規定之高壓瓦斯容器及危險物基礎等。

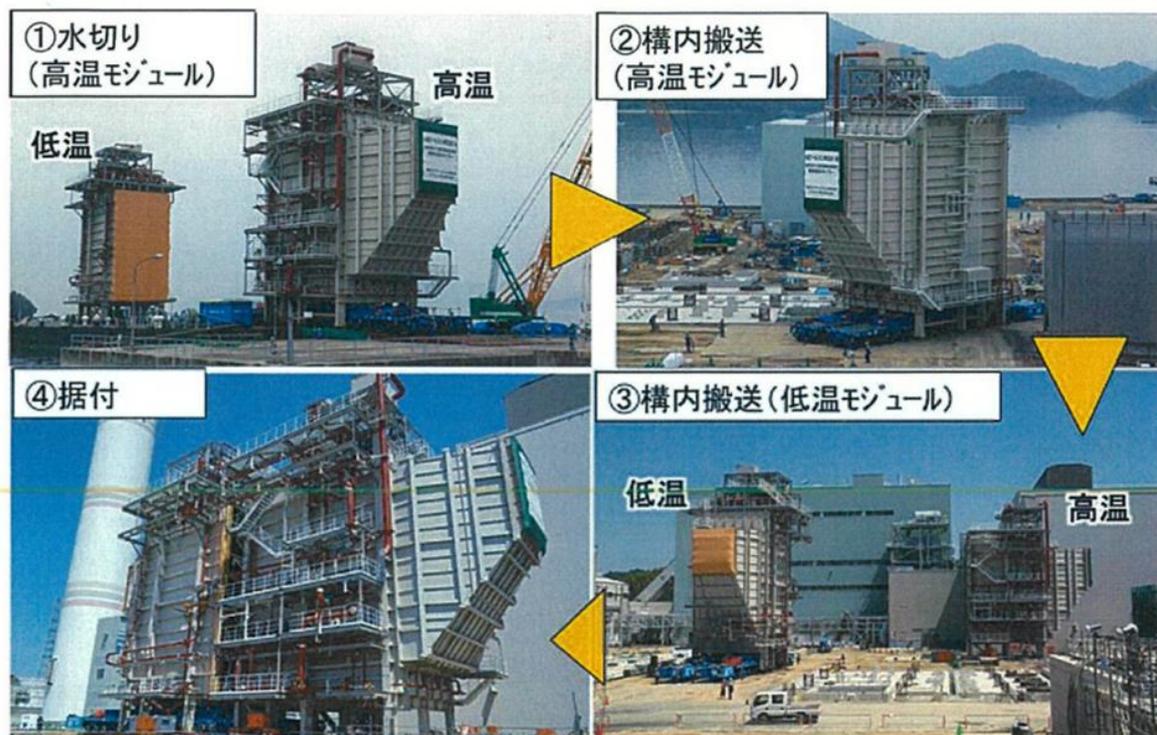


圖 64 複循環 HRSG 鍋爐運輸定位安裝過程

有關建物及基礎沉陷管理這區塊，的確在我國的建廠規範內都沒有相關的規定及追蹤機制，同樣是海邊填海造陸或鹽灘地的火力電廠，一定會有相同沉陷問題，這點有必要在新的規範中加入建造過程兩至三年內的重要或危險設施容許的沉陷量標準，作出長久的監控及改善依據。

另外，也提供複循環設備重件 HRSG 運輸過程及安裝定位相關照片，如圖 64。發電機的吊運及定位過程，如圖 65。



圖 65 發電機運輸定位過程

重點在複循環的廢熱回收鍋爐(HRSG)，是在工廠裡組裝好的大型模組化設備，重件碼頭的吊運，運輸路徑的安排及現場的定位，需要專業人力及特殊機具的輔助，才能安全的安裝定位。至於發電機(低於 300 噸)吊運定位過程所採用的 mega-bent 組裝構架及軌道運送方式，我們則不一定採用；在大林計畫初期，大型如 TOSHIBA 的發電機(超過 430 噸)運輸及吊升定位，由台灣機裝工程公司承作自凌晨 4:00 從重件碼頭出發運抵工地，透過頂升機具直接調整定位，直到晚間 23:30 安裝完成，除了前期準備工作外，起重運輸頂升定位，所有作業在一天之內完成。詳如圖 66。

大型設備如大林計畫 800 MW 的發電機(>430 噸)及冷凝器(超長寬高)的設備，已有相當之運輸及裝機經驗；然而事前縝密的規劃及來回不斷的測量確認，才是確保任何大件設備安全定位重要的依據。



- ①發電機運輸
- ④平移入廠房內
- ⑤轉盤轉向

- ②汽機廠房外，就定位
- ③吊升至定位樓層
- ⑥移走轉盤，放置定位

圖 66 大林發電機運輸吊裝定位過程

四、興達複循環計畫前期的工程遭遇困難及對策

興達複循環機組規畫三部約 3,900 MW 的發電容量，如同可行性研究報告所提之參考廠家包括：

1. 西門子(SIEMENS)的 SGT6-8000H 型；規格及剖視圖如下圖 67。

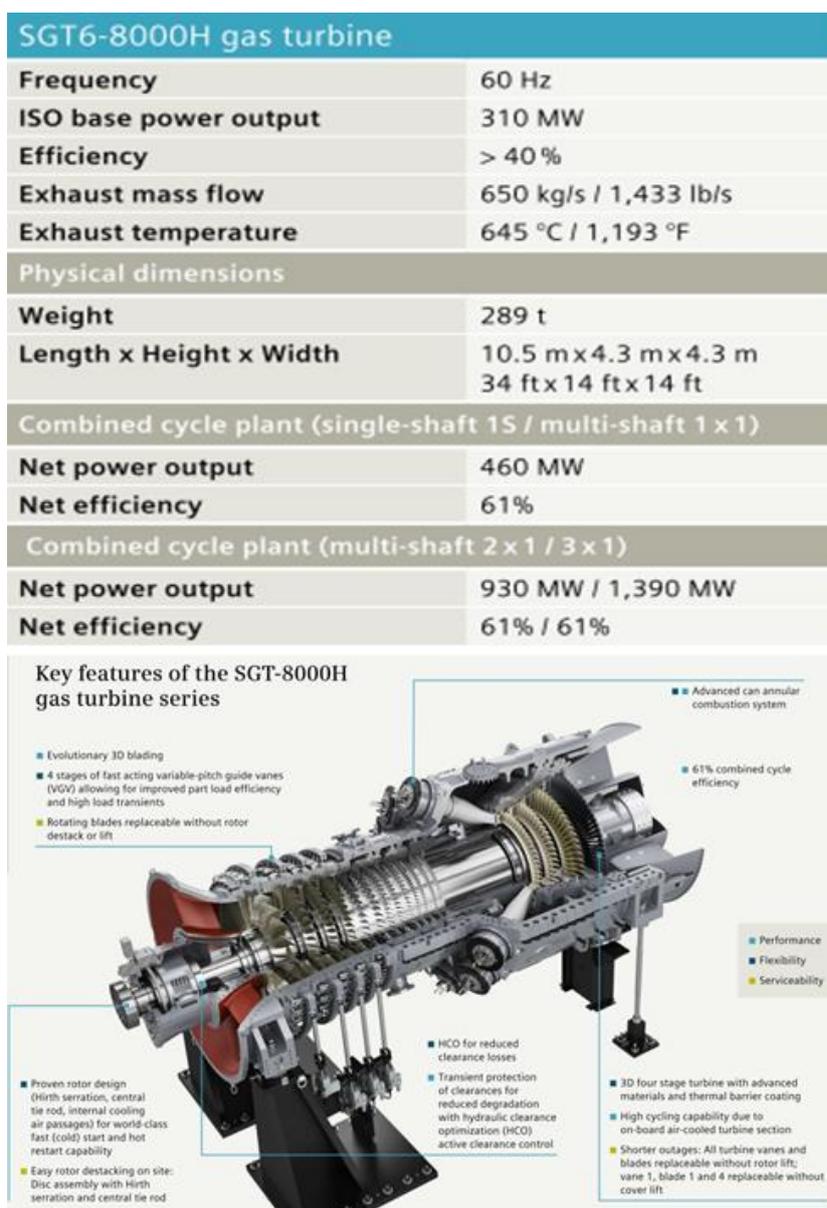


圖 67 西門子(SIEMENS) SGT6-8000H 規格及剖視圖

2. 三菱日立(MHPS)的 M501J 型；規格及側視圖如下圖 68。

		M501J
Frequency		60 Hz
ISO Base Rating		330 MW
Efficiency		42.1 %LHV
LHV Heat Rate		8,552 kJ/kWh 8,105 Btu/kWh
Exhaust Flow		620 kg/s 1,367 lb/s
Exhaust Temperature		635 °C 1,176 °F
Exhaust Emission	NOx	25 ppm@15%O ₂
	CO	9 ppm@15%O ₂
Turn Down Load		50 %
Ramp Rate		40 MW/min
Starting Time		30 minutes

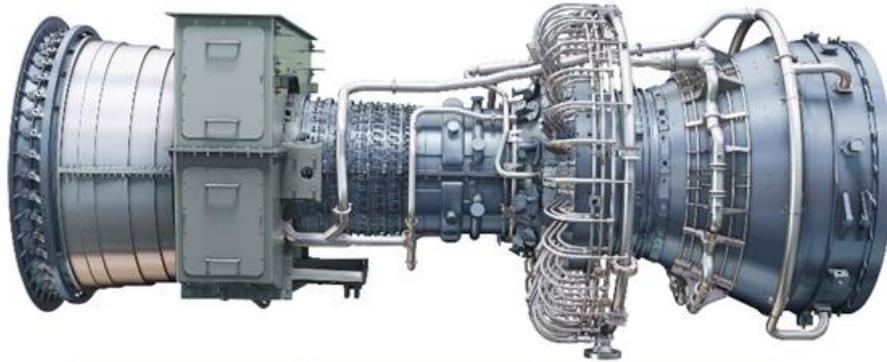
Combined Cycle Performance

		M501J
1 on 1	Plant Output	484 MW
	Plant Efficiency	62.0 %LHV
2 on 1	Plant Output	971 MW
	Plant Efficiency	62.2 %LHV



圖 68 三菱日立(MHPS) M501J 規格及側視圖

3. 奇異公司(GE)的 7HA.02 型；規格及測試圖如下圖 69。



7HA FACT SHEET	01	02
Block Configuration (GTs x STs)	2x1	2x1
CC Net Output (MW)	880	1148
CC Net Heat Rate (Btu/kWh, LHV)	5453	5365
CC Net Heat Rate (kJ/kWh, LHV)	5753	5660
CC Net Efficiency (%, LHV)	62.6%	63.6%
Plant Turndown - Minimum load (%)	15%	15%
Ramp Rate (MW/minute)	110	120
Startup Time (RR Hot, minutes)	<30	<30

圖 69 奇異公司(GE) 7HA.02 規格及側視圖

這三家 GT 設備，重量都約在 300 噸左右，對於重件的運輸及吊裝，有了大林大型汽機發電機及冷凝器之經驗，除了進入的重件運輸路線必須妥善規劃外，並無特別之處；至於氣渦輪機組(GT)之基礎，與蒸汽輪機(ST)之基礎類似，目前均有發展非常純熟的有限元素分析模型軟體作精確之動態設計，如圖 70。

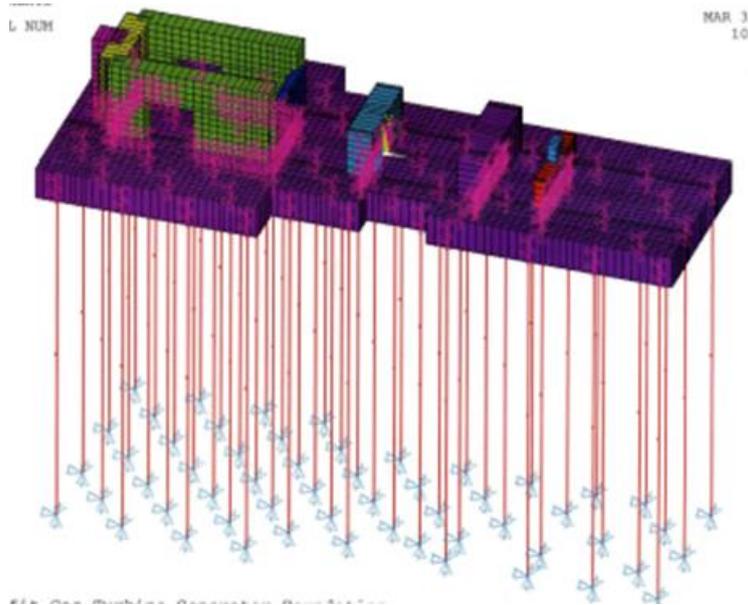


圖 70 GT 基礎有限元素模型分析

興達計畫未來施工將遭遇的困難有用地、通水及通氣等三大艱鉅任務：

1. 用地：

依據環評承諾，在該工區週邊進出每小時所有工程車輛單向平均約只能限制在 23 輛左右，在一天工作 8 小時的情況下，必須在該鹽灘地，短期 4~5 個月內填入至少前期(1st stage)一號機及共同設備區所需外購 60 萬立方米的土方來墊高基地；相對來說，5 個月依環評規定約只能填滿 30 萬立方米的區域，主設備區域的交地及安裝進度勢必受影響。目前因環評初審雖通過，對於明年 7 月將決標開工的主設備工程，於 10 月就要交付用地確實是項艱鉅的任務。

2. 通水：

另一個異常艱鉅的工程是海水進出口及暗渠工程(如圖 71)，主要施作項目為進、出水明渠、抽水機房、冷卻循環水暗渠(包含進、出水暗渠、平壓塔)、電纜涵洞、溫排水暗渠(含中繼池)、虹吸井等 RC 結構物、廠房機電設備、水工機械設備供應及安裝等工作。預算金額高達約 74 億元。除了需在短時間(1,080 天)完成全長約 2.5 公里，深開挖工程及 5,200 餘支基樁打設工作外，穿越既有中油天然氣管線、臨海抽水及穿越露天煤場防塵網段，…等施工過程，可能遭遇之沉陷災變、環保及民情抗爭，都將影響工

程進度；絕對也是一項十分艱鉅的任務。

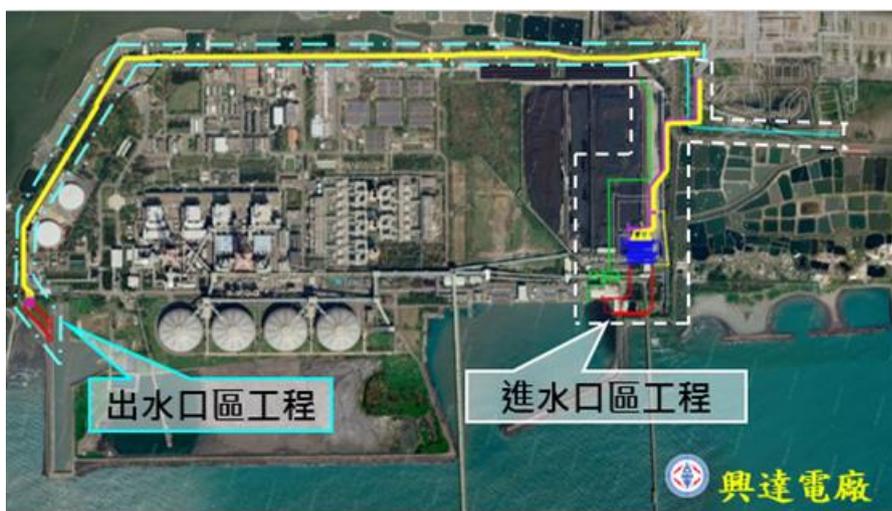


圖 71 海水進出口區及暗渠工程

3. 通氣：

本計畫的燃料來源為中油永安液化天然氣廠，36”的天然氣管線規劃經過石斑路接鹽新路進新廠區，總長約 4.6 公里。興達計畫案採用之推管工法，地底 11~13 米深的管道，全長需將近 13 個工作井，以及部份明開挖的管段，沿線經過許多居民住宅及魚塢，總工期卻只有 810 天，初步規劃至少需採用兩套以上的推進機具，多點平面展開工作井施作；既使如此，技術人力、工安、監造人力的需求，以及相對影響居民生活的可能抗爭，亦是項艱鉅任務的變數。

未來 3 年建廠關鍵工程，至關國家能源經濟發展，這三項初期的艱鉅工程，將直接影響整體主設備發電期程，也由於環評初審的過程延宕，所有原先預留的浮時，全數耗蝕殆盡，工程中只要發生任何不可預期的變數，都將影響第一部 GT 報部發電商轉的日期。期望南部施工處能夠竭盡所能全力以赴，不負公司所托，達成目標。



圖 72 興達複循環計畫位置

四、大數據分析應用

(一) 前言

數位轉型浪潮興起，科技發展為各行各業帶來本質上的改變，大數據與人工智慧正對社會、產業開始產生變化。而資通訊科技(Information and Communication Technology, ICT)發展瞬息萬變，應用於各產業的相關技術近年呈現爆發性成長。爰此，本公司也逐步走向數位轉型，本次考察期望了解中電公司在在大數據分析應用經驗以資借鏡。

由於考察機會難得，且正值本公司組織轉型規劃，以及智慧電網大量布建與推動的重要時期，行前除本次研討主題外，特別提出組織轉型後資訊單位定位、整體資訊發展策略與資安規劃等相關議題，於此行一併研討，感謝中電公司詳盡地提供相關資訊，十分寶貴，茲報告相關研討內容。

(二) 大數據和人工智慧分析應用

中電公司期望積極運用資訊技術(Information Technology, IT)來達到提升客戶信賴的目標，發展藍圖係以三大主軸同步推展: 建立信賴、創造價值、建立 ICT (Information, Collaboration and communication Technology) (如圖 73)，利用 IT 新技術來降低成本、業務革新，及強化資安，以提高營運系統穩定，同時經由數據分析提供客戶即時的服務。而本次考察範圍乃與其發展藍圖三大主軸相契合，為能創造價值與創新業務，中電公司希運用大數據和人工智慧(Artificial Intelligence, AI)分析的新技術。在參訪的過程中，了解中電公司對於此一新興技術與投入於近期展開，相關案例目前多屬實驗階段，對於後續的推廣將視其測試成效再行規劃，茲就其所提供案例逐一說明：

I T の加速度的な進化に適応し積極的に活用することにより、お客さまから信頼され選ばれ成長するグループを目指す。

- ・ 業務運営やシステムの信頼性を高め、セキュリティなどの社会的要請に対応できる。
- ・ お客さまの発言や行動を分析し、お客さまが求めるサービスをタイムリーに提供できる。
- ・ I T の進化を業務運営に取り込み、自ら進んでコスト低減と業務改革を推進できる。

【推進の方向性】

以下のコンセプトと3つの推進軸に沿って、目指す将来像の実現に取り組み中。

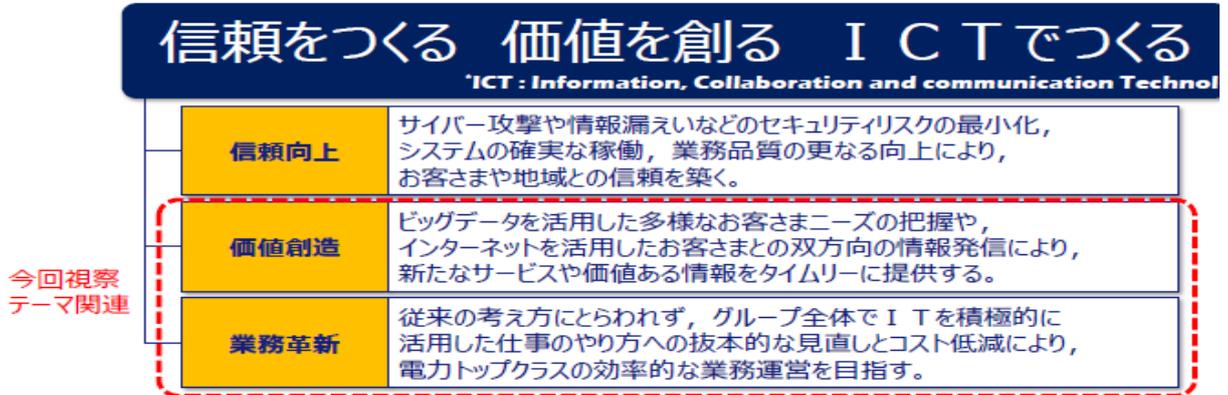


圖73 中電公司IT發展藍圖

1. 錶計數據自動化讀取與判別

此案例為輸配電社内分公司所進行的研究，主要針對公司營運所需相關錶計的資訊，除了推動中的智慧電錶(SmartMeter)，亦涵蓋非數位的量測設備，如:水錶、水壓計、溫度計、氣壓計等，本實驗乃利用即時影像傳輸以建立大數據資料，利用 AI 深度學習，建立圖型化監視系統，來掌握各類設備狀況，依數據資料變化運用於閾值管理等，期能對於故障和負載趨勢監控有所助益。(如圖 74)

本研究透過 AI 深度學習，可以清楚分析出利用深度學習(Deep Learning, DL) 學習各式各樣的影像，來解決光學辨識的盲點，正確率可由 8%提升至 100%，成效良好。(如圖 75)

- 離れた場所のメーターを執務室で確認でき、トラブルや傾向監視に有効
- 映像表示だけでなく、メーターの位置を数値データに変換し、閾値管理等に用いる
- 様々な種類の読取りや、雨天・夜間での使用が求められるため、業務適用の検証を行っていく



圖74 智慧電錶建立圖型化監視系統

3.AIの活用事例：メーター数値読取の自動化

p4

- ディープラーニングによる学習の研究は、送配電カンパニー（変電）にて実施済
- ディープラーニングを用いてAIに様々な画像状態を学習させることで、精度向上が確認できた



圖75 利用深度學習解決光學辨識的盲點，提升正確率

2. 災害期間 SNS(Socail Networking Service)輿情情報收集分析應用

為了能在最短時間提供客戶相關災情資訊，中電公司由維修人員在災害現場收集相關災情影像，傳送至資料中心的共享平台，有供公司內決策

部門及相關事業所，透過大螢幕上的地圖清楚標示各地災情，以隨時監看。而為了強化相關資訊的完整性，中電公司也同步收集用戶自行上傳在各社群媒體 SNS 輿情資訊，如:Twitter、Instagram、Facebook 等，採以Crowdsourcing 群眾外包概念，協助解決其現場人力不足問題，再利用 AI 深度學習來辨識出可靠度高的情資，納入災情監視系統供公司決策參考，同時也揭露於公司官網及各社群媒體，提供客戶相關災情資訊。(如圖 76)



圖76 災害期間SNS輿情情報收集分析應用

3. 建立客服中心問答系統

為提高客服中心服務效率，中電公司在 2017 年利用 AI 技術進行「客服中心問答系統」研究，依據語音辨識結果將客戶問答內容文件化，並建立為數據分析資料庫，依用戶來電詢問的問題，以語音辨識搜尋符合該問題之答覆內容，並以排名方式顯示螢幕上，推薦給客服中心操作員，再由操作員對推薦的回覆內容依回答的正確性及完整性作評價，回饋給問答系統，經過半年試驗結果，系統透過 AI 回覆的表現都有一定的水準，成效尚佳，惟情報通信部門表示目前由於該系統的設計乃需透過操作員的人工回饋結果，必須有更大量的試驗期間及樣態回饋才能使 AI 學習更佳，正考量調整系統回饋機制與功能。(如圖 77)

- カスタマーセンターの業務効率化等を図るため、AI技術を活用した「質問応答システム」の実証試験を実施（実施期間：平成29年8月～12月）
- 音声認識や回答候補表示などAIの性能面については、一定の効果を確認したが、学習させるための登録・更新作業が恒常的に発生するため、業務量の削減には至らず

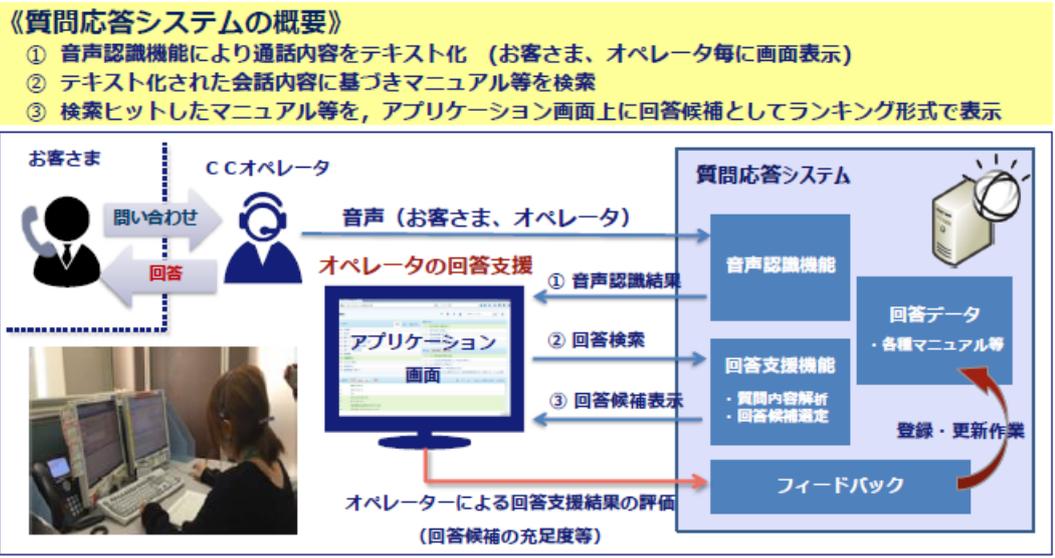


圖77 利用AI進行「客服中心問答系統」研究

4. 共有資料管理機制

良好的資料是大數據分析應用的基礎，必須考量資料治理與共享機制，方能發揮數據分析的成效。中電公司在共有資料的營運方式及範圍，有相當嚴謹的規範，對於電子文件則分門別類，採取不同管理措施，根據保存時間或檔案種類，使用不同的儲存方式，例如：重要的成果資料則中長期保存於 Global file system 集團共享區，而照片、影片等大容量檔案則短中期放在「合作雲端硬碟」及 [影片 library system]，再整理後以專案方式作長期儲存規劃，至於辦公司個人電腦(OAPC)的備份則短期存放。(如圖 78)

- 保管期間やファイルの種類に応じて、保管箇所の使い分けを行っている。
- 写真や映像等の大容量ファイルは「コラボドライブ」「映像ライブラリシステム」に保管している。

保管箇所	保管期間	用途
グローバルファイル (グループウェア)	中・長期	成果資料（決定文書・説明資料・報告資料等）を、体系立てて整理し、廃棄年月日を設定し、保管・棚卸し・情報共有を図る。
コラボドライブ（ストレージ）	短・中期	グローバルファイルに登録する資料を作成するためのバックデータや一時的に保存する画像データを廃棄年毎のフォルダに登録し、保管・棚卸し・情報共有を図る。
映像ライブラリシステム	中・長期	事象毎にまとまった写真や動画等をアルバム単位でまとめて長期保存し、棚卸し・情報共有を図る。
OAPCバックアップサーバ	短期	業務用パソコン（事業所総合OAPC）のバックアップを目的とする。

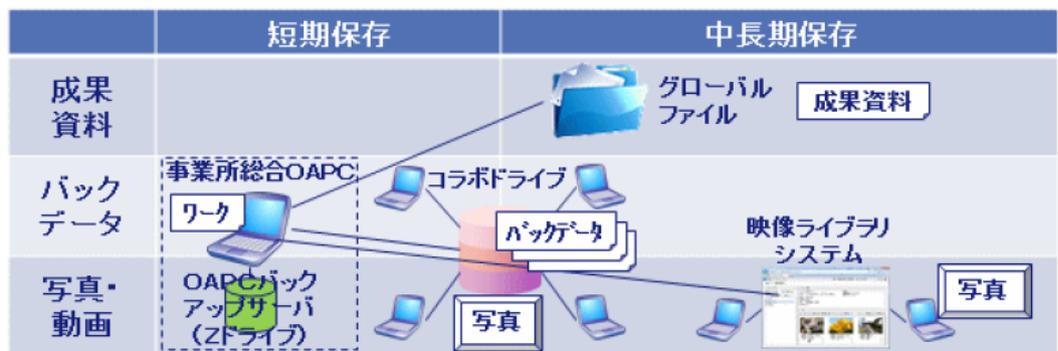


圖78 資料治理與共享機制

5. 推動挑戰與對策

在個別考察時，中電公司負責資訊單位情報通訊部門表示，在發展藍圖中的三大主軸，針對與大數據分析應用息息相關的「創造價值」與「業務革新」二大主軸，中電公司已盤點相關課題，並擬定相關因應對策，部分已有具體成果，也可供本公司在推動大數據發展時參考，茲表列在推動上所面臨的挑戰及對策如下表 13：

表 13 大數據推動挑戰與對策

推進軸	課題	對應・成果
創造價值	資訊部門同仁年齡40歲~50歲佔6成以上，而日本退休年齡為60歲，面對將至的大退休潮，必需針對年輕員工進行技術傳承和早期培訓。	2017年導入專家制度(PM)，為了讓年輕、中堅員工培訓PM技能而導入的技術傳承制度。 今後，將增加專家制度活動，努力促進人才資源開發。此外，在公司級「人才資源開發計畫」中展現人才資源開發的方向和重點，且滾動檢討。
	為了AI 與IOT應用發展，數據的完備性是必要的前提，然而，目前尚無法掌握全公司擁有的數據全貌。此外，公司內也尚無數據分析的知識及能力。	關於數據保存及分析應用的人才培育，此重大議題在高層會議提出檢討，並在組織政策的推動措施會議討論。此外，將全公司擁有的數據整合，進行新價值創造乃是當務之急。
業務革新	現存大型主機系統持續老化及複雜化，且這類系統的維修花費相當的人力及管理成本。	考量降低運維成本、靈活應對業務的變化、數位轉型(DX)的發展，將廢除大型主機，努力將其上業務往私有雲環境推動。
	面對IOT裝置、平板電腦等急速成長，相關IT新技術導入及資安的評估，及對現存系統架構環境的影響，皆需要相當時間處理，勢必無法快速回應。	透過資安評估項目範本化來簡化文件製作，透過審查會議確認其運作規則，以縮短判斷所需的時間，正在努力創建一套快速反應的管理機制與系統。

(三) 打造可靠安全的「能源雲」

要成功地發展大數據應用分析，完善的基礎建設佔舉足輕重角色，包括軟硬體環境以及資安防護機制，皆是支持大數據與 AI 發展的重要基石，為提升系統穩定及集團綜效，中電公司利用雲端技術建構集團內共享之 IT 基礎建設，建置私有的「能源雲」，以共享的 IT 基礎架構來最佳化 IT 資產，並實現災變發生時持續營運的能力(如圖 79)

【IT 基盤の課題】

- ・災害時の業務継続が一部システムに限定されている
- ・機器を個別調達（システム単位）しており，グループ最適となっていない
- ・ベンダー主導のため汎用ソフトウェア導入が一部となり，費用が高止まる

【目指すべき姿】

- ・新技術の活用による信頼性向上および災害時等の業務継続実現
- ・グループ大の IT 基盤を整備，共同利用することによる IT 資産の最適化
- ・ベンダーに依存しない技術の採用などによるコスト低減



【具体的施策】

クラウド技術を採用した，グループ大で共同利用可能な IT 基盤（エネルギークラウド）を整備する

圖79 中電公司建置私有「能源雲」

此一「能源雲」(如圖 80)係由情報通信部統一管理，採用標準化 IT 平台、基礎設施以及軟體服務，來提供整個集團業務運作，其優點如列：

- 較個別採購相比成本較低
- 縮短設備採購時間
- 設備穩定度提高
- 確保高度資訊安全
- 減少管理和操作時間
- 提高資料儲存可靠度

在規劃「能源雲」架構時，同時建構了資料中心虛擬化整合架構，以確保重要的營運資料可確實保存，通過虛擬化技術將分別在廣島及岡山的兩個獨立運作的資料中心(約 140 公里距離)合併為一個網路，在兩個資料中心之間共享相同的數據。即使其中一個資料中心中發生事故或災變，也可利用另一個資料中心來持續運作業務，確保災變應變能力，提高業務穩定度，中電公司在廣島和岡山長達約 140 公里的距離虛擬環境建設是 2016

年建置時日本國內最大的虛擬化整合架構。(如圖 81)

当社およびグループ企業が利用するための標準化されたIT基盤であり、サーバ・ディスク装置など機器のほか、共通的なソフトウェアサービスも提供するもの。

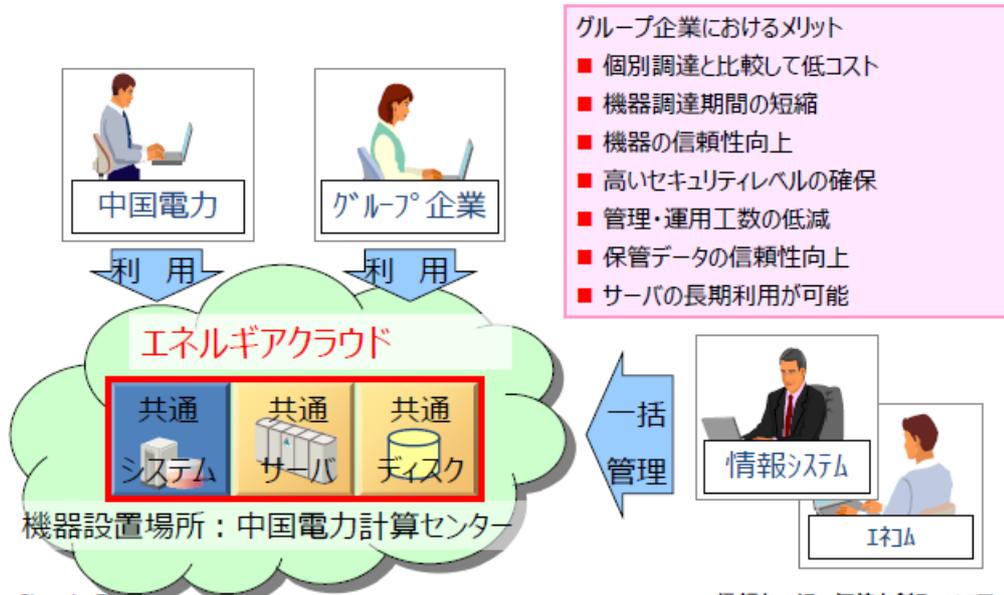


圖80 能源雲運用與優點

- スマートメーターから30分毎に届く検針値などのデータを確実に守るため、約140km離れた2箇所のデータセンターを仮想的に統合（国内最大規模）し、両センター間で同時に複製データを保持する最新技術を導入。
- 大規模災害等で一方のセンターが機能不全になっても、他方のセンターで業務システムを迅速に稼働させることが可能となり、社会基盤を支えるシステムの信頼性・可用性が格段に向上。



圖 81 資料中心虛擬化整合架構

在此整合架構完成前(如圖 82)，二個資料中心係以定期同步方式進行

異地備援機制，惟若單一地點發生災變或事故時，將有因時間差所造成資料不一致問題，且需長時間進行切換及回復作業，而在此架構下，利用叢集式的網路虛擬化技術，可使前端使用者，即便任一中心發生事故，皆無中斷業務之困擾，對企業整體營運效益具高度貢獻(如圖 83)。

〈システム基盤構築前〉

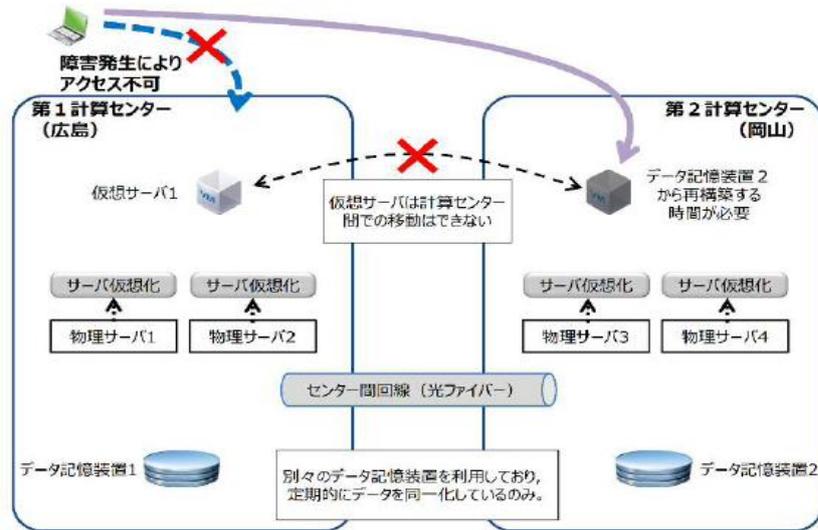


圖 82 資料中心虛擬化整合架構完成前之問題

〈システム基盤構築後〉

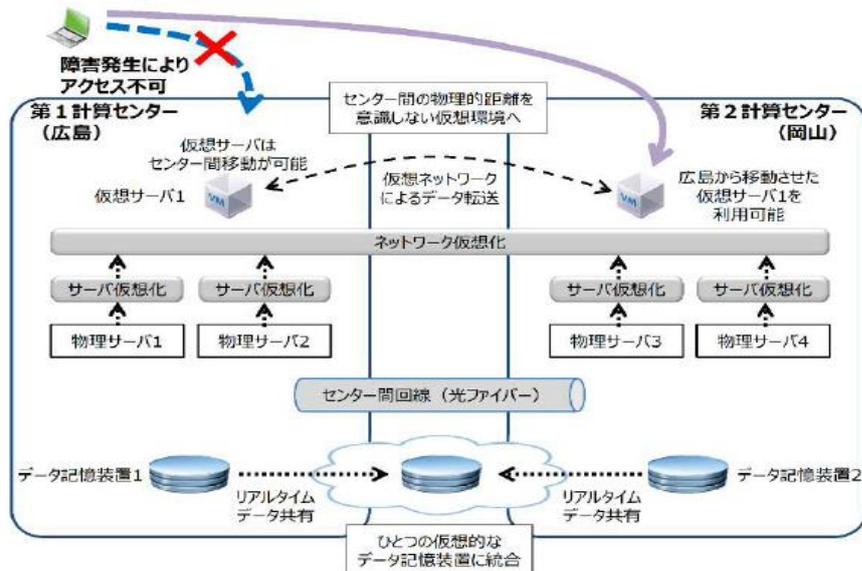


圖83 資料中心虛擬化整合架構完成後之貢獻

(四) 組織轉型後資訊業務運維方式

中電公司的情報通信部門約 90 名員工，負責全公司的資訊與通信業務，以「優化集團的 ICT 服務，加強資訊安全，並通過 ICT 促進業務改革」為任務，擔任 IT 基礎架構、資料處理及針對各業務單位的 IT 需求提出專業建議及專案管理工作，而系統開發及維護、伺服器及網路等基礎設備運維等業務，則委外由 100% 控股的關係企業エネコム (Energia Communications, Inc.) 辦理，由其約 300 名員工負責運維(如圖 84)。

- 情報通信部門の役割は「グループの ICT に係るサービスの最適化，情報セキュリティの強化および ICT による業務改革の推進」である。
- 業務主管の要望を，情報通信部門が，関係会社等の協力を得ながら，システム開発や運用保守をしていく体制（情報通信部門が IT に関して責任を持つ体制）である。

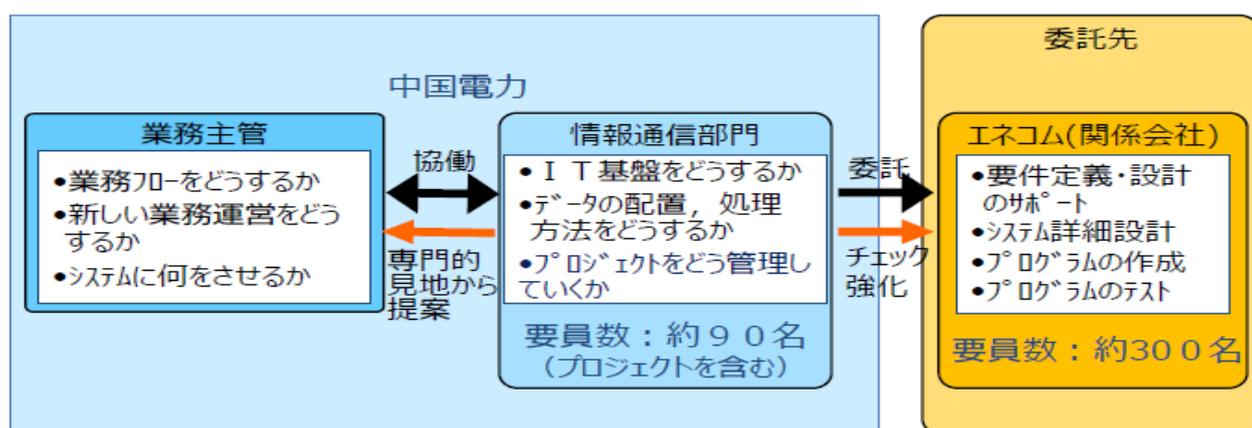


圖84 中電公司情報通信部門業務運維方式

依日本政府法規要求，中電公司在 2020 年 4 月輸配電業務將分割成立 100% 控股子公司「輸配電公司」，發電及售電業務仍由母公司經營，目前已採用試營運模式以社內分公司方式經營「輸配電公司」，基於管理面與成本面的綜效考量，母公司的情報通信部於子公司成立後仍擔任「輸配電公司」IT 服務提供者。(如圖 85)

- 2020年4月に発電事業・小売電気事業を運営する「事業持株会社」の下に、100%出資会社の「送配電会社」を設置予定。
- 「送配電会社」が利用する情報システム関連業務（システム開発・保守など）もITサービスとして提供する方向。

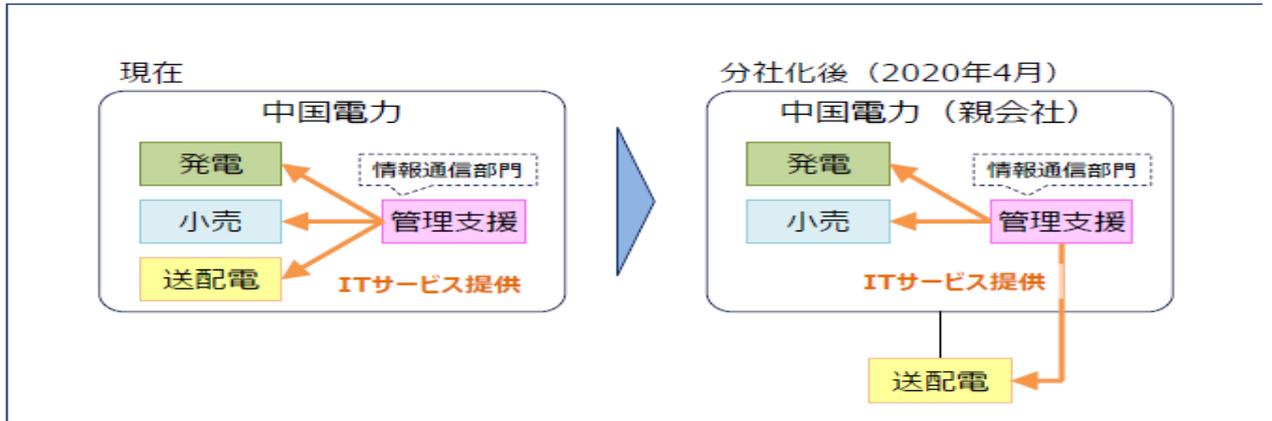


圖 85 中電公司法人分離前後之 IT 服務者

未來就 IT 系統開發及運維作業而言，與現況相近(如圖 86)，另外，為確保集團資訊系統最佳化及安全性，以管理效率和營運持續的觀點檢討資訊資產拆分原則，最終方案乃不分割資訊資產，而全數歸屬於母公司，惟有關業務情報的資料則同時分屬母子公司。(如圖 87)

- 業務を改めて整理した結果，システム開発における役割分担は現状から変更なし。

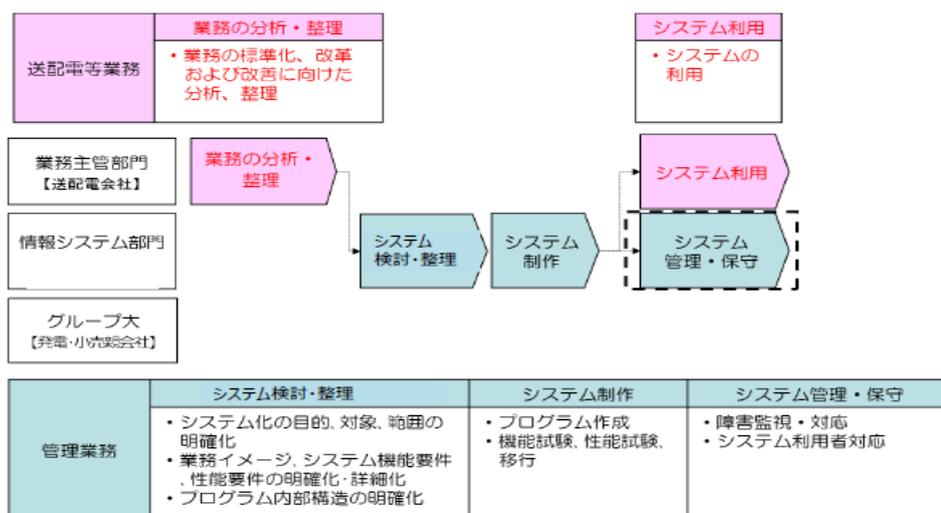
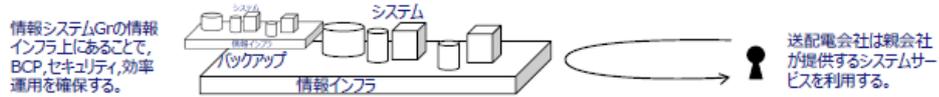


圖 86 集團 IT 系統開發及運維作業

- 情報資産については、現行通り、親会社（情報通信部門）へ一括帰属する
 情報システムは全体最適・セキュリティ向上を確保するため各システムが密接に連係しており、分社化後も効率性・業務品質の維持の観点から情報資産は分割せず、親会社に配置・帰属（業務情報は除く）する。



【法的分離後の資産帰属(案)】

区分	内訳	対象	親会社	送配電	
情報資産	業務情報	データ	データ	○	○
	ソフトウェア (SW)	自社開発SW 業務パッケージSW	業務システムのプログラム、設計書など	○	×
		SW製品(使用許諾)	OS、ミドルウェア、DBなど共通ソフト	○	×
		SW利用サービス	メール、ファイル、ポータル(エネコムサービス)	○	×
			セキュリティサービス、保守ツールなど	○	×
	ハードウェア (HW)	設備	LAN、ラック	○	×
機器		賃借(レンタル)	ホスト、サーバ、ストレージ、NW機器など	○	×
		買取	PCなど	○	×
	建物付帯設備	計算センター(非常用電源、UPS、分電盤)	○	×	

圖 87 中電公司法人分離後，資訊資產拆分與業務情報分享原則

而在母子公司成立後，由情報通信部所提供輸配電公司 IT 服務之契約，則依下一年度資訊計畫服務的內内容和費用商定，且併入會計年度計算，至於資本支出則在開始運營後收取攤銷費用(如圖 88)

- 送配電会社が利用する情報システム関連業務をサービス化し、費用を算出（管理支援部門が提供するシステム利用料等もサービスに含める）
- サービスの内容および費用は、翌年度の情報化計画をもとに算定、合意する（費用は当年度に請求，設備投資は運用開始後に償却費相当額を請求する）



圖 88 母子公司依 IT 服務契約，攤銷費用

及社會觀感一併納入檢討範圍，擬出下列三項重要的因應對策(如圖 90)，茲逐一說明各個對策之措施作法

- 定義公司級重要的系統
- 制定重要系統的運行、維運之安全管理措施
- 根據案例增加共同安全措施

■ 2014/7にベネッセコーポレーションで発生した大規模情報流出事案(→参考1)を受けて発信された経済産業省からの協力依頼に対して、当社のセキュリティ対策の再点検を実施。

再点検の観点

- 各種ガイドラインに対応できているか
- 社会常識の変化に対応できているか
 - ベネッセ事案の後、セキュリティ対策の前提が 性善説 ⇒ 性弱説 に一変
- 社会からの厳しい視線を意識したものになっているか
 - 原子力発電所の運転を安心して任せられる会社か？
 - 社会との約束や自ら決めたルールを順守できる会社か？

対応

- 重要システムに対するセキュリティ対策の強化
 - 重要システムの選定(→参考2)
 - 重要システム運用・保守におけるセキュリティ確保のための管理策の設定(→参考3)
 - 事案を踏まえた共通的なシステム対策の追加(→参考4)

圖90 中電公司資安問題之因應對策

- (1) 定義公司級重要的系統(如圖 91)

凡定義為公司級重要系統則成為安全措施保護的標的。主要包括：

 - 擁有個資的業務系統和核能有關的業務系統
 - 全公司共享共用資訊系統・包括對營運作業有重大影響的系統及資訊基礎
- (2) 制定重要系統的運行、維運之安全管理措施(如圖 92)
 - 為防止重要系統不正當存取導致資訊外洩，公司內部檢討出 10

項管理對策和 57 個細部管理措施。

■ 下表に該当するシステムを重要システムとし、セキュリティ対策強化の対象とする。

保有情報	
個人情報を保持している業務システムおよび原子力関係の業務システム	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般個人情報の個人データ <ul style="list-style-type: none"> ➢ 機微情報 普通個人情報のうち、特に私的なプライバシー情報と同等のリスクの情報であり、漏えいした場合に、財産の侵害、個人の名誉・尊厳・信用の著しい毀損につながる恐れがある個人データ(クレジットカード番号、健康情報、収入・資産・ローンの返済状況等) ➢ 重要情報 比較的重要度の高い情報であり、漏えいした場合に、本人の権利利益の侵害の恐れがある個人データ(自宅住所、個人の電話番号、契約番号、口座番号、電気料金、敷地料等) ➢ 機微情報や重要情報とならない情報 比較的重要度の低い情報であるが、漏えいした場合に、本人の権利利益の侵害の恐れがある個人データ。ただし、従業員個人に付与する外線電話番号、メールアドレス、業務システムのアカウントは除く。 ● 特定個人情報の個人データ ● 原子力関係のデータ <ul style="list-style-type: none"> ➢ 核物質防護情報 ➢ 海外返還廃棄物(ガラス固化体)製造情報
全社共通基盤のうち情報システムの稼働・運用に大きく影響するシステム、装置	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報基盤 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ホスト、サーバ(クラウドサーバ、統合サーバ)、ストレージ(クラウド用、統合NAS等) ➢ ネットワーク機器(Core-Firewall、Proxy、IPS、PaloAlto、L3-SW、L2-SW等) ➢ ネットワークサービス(MTA、DNS、ESMS、WSMS) ➢ 全社共通基盤システム(ID管理、地図基盤、ファイル伝送)

圖91 公司級重要系統

■ 重要システムにおける内部不正の防止、情報漏えいを防止するため、組織における内部不正防止ガイドライン(英語版)等を参考に、管理策(10個)・詳細管理策(57個)を整理。
■ 各管理策の内容については、順守状況、技術動向および関係ガイドラインの改正等を踏まえ年1回見直す。

No.	管理策
1.	本番環境作業用端末へのアクセスを物理的な境界により制限する(作業室を設置する)
2.	作業室への入退室および機器の持込みを制限する
3.	本番環境作業用端末の環境・利用状況を管理する
4.	特権IDの作成・利用・削除を管理する
5.	本番環境での作業を管理する
6.	リモート保守作業を管理する
7.	情報の持ち込み・持ち出しを管理する
8.	取得したログ・映像を管理し、定められた期間保存する
9.	本番環境に対する不正な操作を監視する
10.	電子情報等の取扱いについて教育等により徹底する

【参考】想定される脅威と対応する管理策

想定される脅威	対応する管理策
許可されていない端末、保守担当者以外の本番環境への接続	1, 2, 3, 4, 8
本番環境での不正な操作(ルールの不徹底、環境の破壊なども含む)	5, 6, 8, 9, 10
本番環境への許可されていないデータ・プログラムの持ち込みによる不正なデータ・設定変更、不正なプログラムの組み込み	5, 6, 7, 8
本番環境からの許可されていないデータ・ドキュメントの持ち出し	5, 6, 7, 8
本番環境、本番環境作業用端末のウイルス感染	3, 5, 7, 8
本番作業用端末への許可されていないプログラムの持ち込みによる不正なプログラムの組み込み	3, 8
本番作業用端末からの許可されていないデータ・ドキュメントの持ち出し	3, 8

圖92 重要系統之運行、維運之安全管理措施

- 每項控制措施將根據執行情況、技術發展趨勢與相關法規及準則等，滾動式檢討並於每年進行審查。

(3) 根據案例增加共同安全措施(如圖 93)

重要系統資料的匯入和匯出，必須有監控機制來監視不當行為及告警，因此，中電公司自 2016 年 4 月開始共通使用的系統開始全面性導入安全措施及監控機制，包括：系統權限帳號管理系統、Log 收集、分析系統、警報(alarm)系統、用於生產環境維護末端的 thin client 管理等。

■ データの持ち込み・持ち出し、不正な操作の監視・警告にはシステム対応が不可欠であるため、H28/4以降に全システムで共通に利用するシステムの開発に着手する。	
システム対応	概要
特権ID管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 個別システムで運用中のシステムを全社用に拡張し、特権ID管理のための共通の仕組みを構築する。 【現特権ID管理システムの仕様】 ・LDAP (ActiveDirectory) を使って構築 ・Windows (Domain Admins), Linux (rootグループなど特定の1グループ) に所属するユーザを管理可能 ・OSユーザの特権IDのみを管理し、業務システムには対応していない ・作業からの依頼(Web), 管理者の承認(Web)によりパスワード付与, 作業員には1日ごとに紙で通知
ファイアウォールシステム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 本番環境へのデータ持ち込み、本番環境からのデータ持ち出しに関する実データを管理・記録するとともに、事前承認等の業務処理を含むシステムを構築する。 ■ 個別システムで導入したシステムをベースに仕様を検討し、当社構内に設置される作業室における運用で使用する。 ■ リモートアクセス基盤経由の保守では有効に機能しないため、本番環境保守用端末のシンクライアント化などと組み合わせたの利用を検討する。
ログ収集・分析システム アラートシステム	<ul style="list-style-type: none"> ■ 各システムからログを収集するための共通の仕組みを構築する。既存の個別システムで導入している仕組みを参考に検討する。 ■ 収集したログから不正な操作等の監視に必要な情報を削除し、ログ確認を容易にする機能を実装する。 ■ 予め指定した条件に合致する操作に対して警告を発する機能を実装する。
端末ログ(操作ログ等)取得	<ul style="list-style-type: none"> ■ 端末ログ取得が可能なソフトの導入について検討する。個別システムで導入済みの事例も参考に検討する。 ■ 端末操作ログを取得するソフトは資産管理ソフトであることも多いため、グループ大のOA端末の資産管理ソフト標準化の動向も見ながら標準ソフトを検討する。
本番環境保守用端末のシンクライアント化	<ul style="list-style-type: none"> ■ 本番環境へのアクセスを仮想PCからのみに制限し、仮想PCの操作、情報の持ち込み・持ち出しを管理する。 ■ 個別で実施する対策の仕様・実施状況を確認しつつ検討する。

圖93 共同安全措施

2. 智慧電網資通安全管理

為推動日本智慧電網快速發展，日本電氣標準委員會(Japan Electrical Standards Committee, JESC)針對智慧電錶的資安政策架構，訂定了指導原則，每個電力公司皆據此擬定與實施個別的規則、措施、監控和審核，並將其納入安全法規的一部分。(如圖 94)

■スマートグリッドを実現するためのスマートメーターシステムのセキュリティ対策の枠組みは、保安規制の一部に組み込まれたJESC(日本電気技術規格委員会)のガイドラインをもとに各電力会社で個別のルール、体制、対策、監視、監査を実施している。

(参考) スマートメーターシステムのセキュリティ対策 (対策の枠組み)

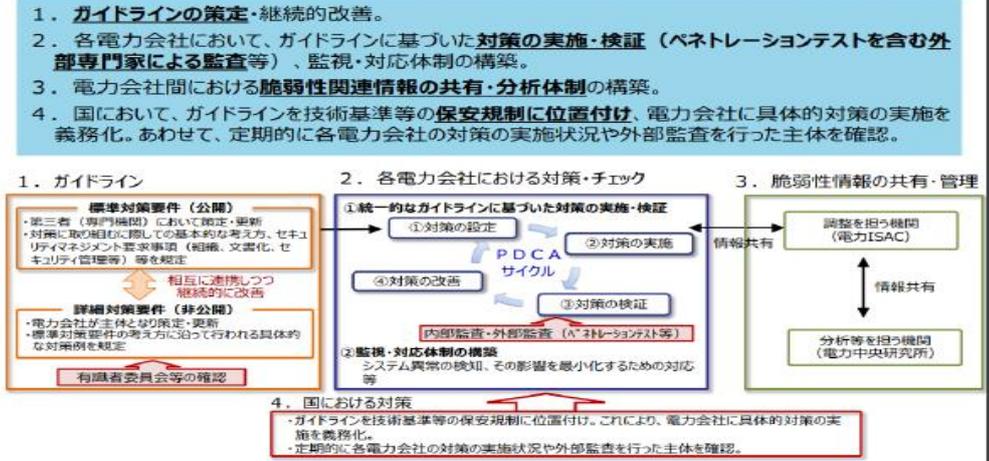


圖 94 智慧電錶資安政策架構之指導原則

而為了提升智慧電錶系統的安全管理，中電公司也建構了相當完整的運作體系，由社長擔任最高負責人，其下設置資通安全總經理 (CISO) 監督相關工作，並由情報通信部門長擔任，而情報通信部長則擔任資安執行長及智慧電錶資安管負責人。(如圖 95)

■中国電力のセキュリティ管理体制に組み込んでいる。
 ■スマートメーターシステムのセキュリティ管理を組織的に推進するため、これに関わる業務を統括する情報セキュリティ統括責任者 (CISO) を置き、情報通信部門長がこれにあたる。

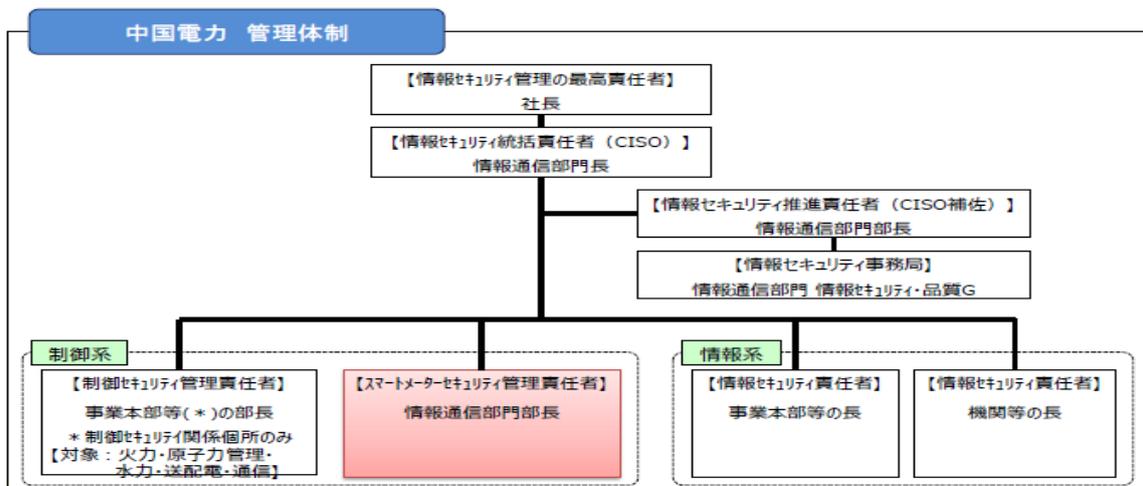
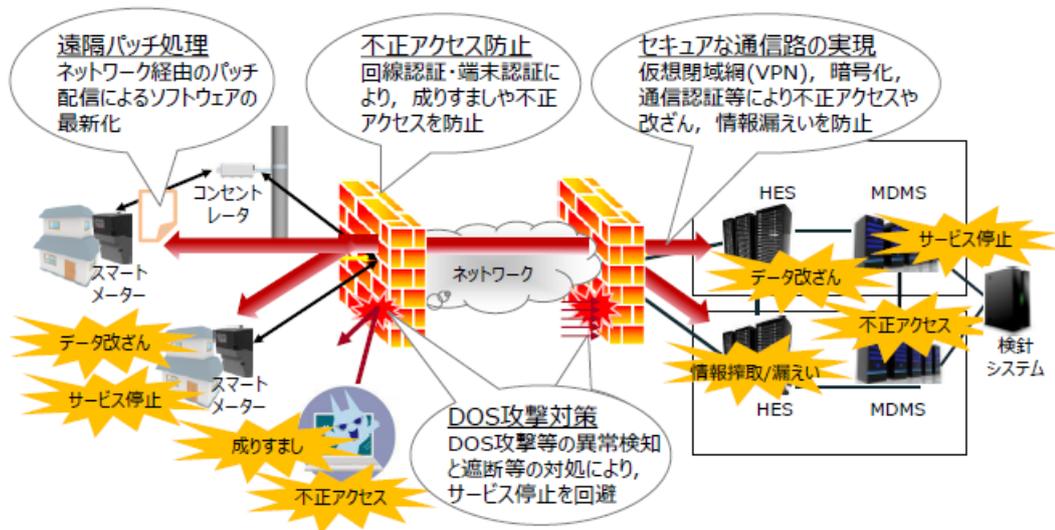


圖95 中電公司智慧電錶系統安全管理之運作體系

至於智慧電錶通訊安全防護，情報通訊部表示中電公司亦依國家基本標準要求，設制能滿足共通性的安全準則和服務水準，並擬定預想非法連線、DOS 攻擊等威脅的資安應對政策(如圖 96)。包括：

- 通過網路發送硬體修補韌體 patch 更新
- 利用連線認證、終端驗證以防止詐欺和不當連線
- 透過對阻斷服務攻擊（denial-of-service attack，DoS）等地異常檢測和攔截處理，避免服務中斷
- 透過虛擬私人網路（Virtual Private Network，VPN）、密碼、通訊認證等防護手段，防止未經授權存取或竄改、資訊外洩等

■ スマートメーター通信システムは、統一的なセキュリティガイドラインや国の基準等に基づき、事業者が満たすべきサービスレベルを設定し、想定される不正アクセス、DOS攻撃などの脅威に対するセキュリティ対策を実施。



20101015 第6回スマートメーター制度検討会資料より引用・一部加筆

圖96 非法連線、DOS攻擊等威脅之資安應對政策

個別觀摩，各分組研討照片



電業自由化與組織轉型



大量太陽光電併網因應策略



大型燃氣機組建廠過程經驗交換



大數據分析應用

伍、心得與建議

(一) 電業自由化與組織轉型

1. 心得

- (1) 因應自由化的衝擊，中電公司除積極鞏固本業，並在財務模型體系下進行集團資源配置及國內外多項投資，初期投資主要係學習經驗，故規模不大；如此除可吸收增長國際投資經驗，拓展集團觸角，亦可降低失敗之風險與損失，其初期穩健作法與東電及中部電力採行相同策略，值得學習。
- (2) 其員工數與規模均低於本公司，年投報率卻達 9%，探究其主因係日本電業主要係民營，其電價要反映業者成本及利潤，另政府考量能源安全度之必要，訂定 2030 年化石能源(煤、油、氣)與非化石能源(核能、水力、新能源)約 6:4 比例管控，此作法使得日本 9 家電力公司有時間做彈性調整自身電源組合，故各公司在保證獲利之情形下，擬具積極對策與做法，其訂定長遠目標及管控作為，值得我國主管機關制定政策之參考。
- (3) 轉型控股集團後之分工，其母公司主要掌握所有權，並制定集團重大財務方針及集團中期計畫、監督營運與管控績效，俾確保集團財務收支狀況；子公司掌握經營權，依法自主營運，並向母公司提出自身的財務、投資計畫及中期計畫，並定期回報狀況與對策，其母子公司分工明確且能專業經營，值得本公司決策參考。

2. 建議

- (1) 輸配電業之中立性為日本自由化之關鍵課題，其如何保持公平、公開、公正原則，使競爭市場得以運作，並吸引新市場參與者加入，且無差別對待集團內外發電及售電業者，日本政府已於 2018 年底公布詳細之行為規範與禁止行為，輸配電業必須遵守，其作法可提供我國政府訂定中立性規範之參考，使輸配電業知所遵循。
- (2) 日本於 2000 年起循序漸進開放用戶購電選擇權，依序為特高壓、高壓，並至 2016 年 4 月全面開放至低壓所有用戶。9 家電力公司均面臨

用戶大量流失狀況，尤以都會區的東電、關西電力，面臨電信、瓦斯業者等加入售電行列，用戶流失最為嚴重。故售電部門莫不想方設法，以新電價、新的服務方式來留住用戶的作法，可供本公司相關部門先行準備及因應。

(二) 大量太陽光電併網因應策略之心得與建議

1. 為配合政府推動再生能源發展，2025 年再生能源發電量占比達需達 20% 目標，即太陽光電於 2025 年累計裝置容量達 20GW 目標，在供電線路安全前提下，如何有效建立友善環境，藉由本次考察日本中國電力公司有關大量太陽光電併網問題的因應策略，瞭解中電公司之太陽光電併網電壓變動限制值、變電所主變逆送電力限制值、配電饋線允許最大併網量及併網費用分攤方式，以作為推動本公司推動太陽光電併網參考。
2. 日本依電氣事業法施行規則第 44 條第 1 項訂定電壓變動率為 $101V \pm 6V(5.9\%)$ 或 $202V \pm 20V(10\%)$ ，並未因併聯太陽光電而另訂定較嚴格的電壓變動率，倘電壓變動率未符合規定，亦可由用戶端變流器設定最高電壓以降低用戶設置太陽光電送出的電壓，另外也可由線路上裝置自動電壓調整器改善高壓線路電壓過高之情形。反觀我國除依電業供電電壓及頻率標準規定供電電壓變動率外，另再生能源發電系統併聯技術要點針對電壓變動率訂定 $\pm 3\%$ 較嚴格的限制，並經由 DPIS 模擬併網點是否超過限制值，以作為評估能否併聯的依據。併網電壓變動率似有檢討空間，且針對發電穩定的再生能源如地熱發電其電壓變動率應可作適度調整，自動電壓調整器亦可評估建置，以提昇併網量並減少非必要的新增併網專線投資。
3. 中電公司之再生能源發電設備容量未滿 50kW 併接於低壓 100V 或 200V，50kW~未滿 2,000kW 併接於高壓 6.6kV，2,000kW 以上併接於 22kV 以上特高壓，最大的併網量不能超過配電線路上導線、開關及 SVR 之設備容量。相較於我國低壓三相四線 220/380V 最高可併網容量為 499kW，10,000kW 以下可併接於 11.4 kV、20,000kW 可併接於 22kV，

20,000kW 以上併接於特高壓(69kV、161kV)，線路、開關容量不足可由加強電網改善。以同電壓等級比較，日本併網容量較低，用戶自備昇壓站的機會大增且需自負運維，我國低壓最高可併至 499kW，用戶無需自備昇壓站，免除昇壓站維護成本，相對本公司增加昇壓變壓器設備之維護成本。為加速再生能源併網，本公司配電處於 108 年 4 月 19 日召開「提升再生能源併網能力討論會議」，針對可併容量已滿之饋線或變電所，其剩餘可併容量計算已納入太陽光電發電設備無法滿載發電情形折扣後作調整，增加可併網的空間。

4. 依本公司再生能源發電系統併聯技術要點，併接於高壓以上其主變逆送電力不得超過主變裝置容量 80%為原則。中電公司其主變逆送電力可達主變裝置容量 100%，主要係考量太陽光電再生能源最大發電量約為設備容量的 80%，已保留 20%的裕度。
5. 有關太陽光電併網工程費，我國主要依「第三型再生能源發電設備屬屋頂型太陽光電發電設備併網及代辦工程費計費方式」及「再生能源加強電力網工程費用分攤原則及計費方式」規定計算，第三型併網裝置容量 50kW 以下免費，前述二項計費方式係依年度併網工程費用實績加計 5%維護費訂定，每 2 年檢討修訂。中電公司之併網工程費用分攤計算方式較為複雜，係併網的個案之併網點檢討應負擔的輸電主幹(中電負擔)、區域輸配幹線(中電公司與用戶依比例分攤)、電源線(用戶負擔)，如有轉供代輸則須依代輸轉供契約量加計逆送電力費用。

(三) 大型燃氣機組建廠經驗之心得與建議

1. 我國能源轉型目標係燃氣、燃煤、再生能源占比為：50%、30%、20%，未來燃氣機組扮演關鍵角色，本次觀摩中電公司燃氣機組建廠經驗，包含氣渦輪機、發電機之製造監造應行注意事項，以及填海造地、整地等管理作為，對本公司正在興建之興達、大林等電廠助益良多，深具參考價值。
2. 日本電業(含中電)多成立子公司專責辦理工程相關業務，除可累積經驗，亦可擴大營運範圍及增加營收，其模式可供未來本公司轉型時，

工程部門之定位與發展之參考借鏡。

(四) 大數據分析應用之心得與建議

1. 由於中電公司輸配售子公司成立在即，情報通訊部門近期投入相當心力於相關組織分工，對於大數據與人工智慧新興技術的投入，人力較為不足，所以相關案例目前多屬實驗階段，對於後續的推廣將視其測試成效再行規劃，至於相關人才養成，於個別考察時表示，目前乃由該部門內約 90 位同仁以自願性方式，徵召了 8-9 位同仁自行研究相關技術，並視推動需要與業務部門及外部顧問進行研討及訓練。
2. 本公司在大數據與人工智慧領域的發展，相對於中電公司推動時程較早也較具規模，且由於公司層峰的大力支持，自 2018 年即成立跨單位運作組織大數據推動會報，跨域協作共同推動台電公司大數據發展，目前在主管資訊副總張副總經理忠良的領導下，向人才培育、平台建置、管理機制及創新應用 4 大面同步推進。2019 年即首開經濟部所屬機關構之先例，自行舉辦 AI 大數據人才發展營，在公司內部人才培育及創新應用兩方面有系統性地推動，希望能透過以外養內方式，累積公司同仁大數據分析能量。
3. 為了因應大數據應用的基礎架構擴展，本公司亦規劃 2023 年完成台電雲端資料中心，打造符合世界標準與資安要求的企業級資料中心，在架構規劃上可借鏡中電公司打造「能源雲」的經驗，利用叢集式的網路虛擬化技術，分別在廣島及岡山的兩個獨立運作的資料中心(約 140 公里距離)共享數據，無論任一中心發生事故，皆無中斷業務之困擾，應用在我們企業級資料中心架構規劃上，可透過優化網路架構提升相關通訊網路技術，提供整個集團可靠安全的基礎設施，對企業整體營運效益具高度貢獻。
4. 有關組織轉型後的分工，中電公司 2020 年 4 月將成立輸配電子公司，基於管理面與成本面的綜效考量，母公司的情報通信部於子公司成立後仍擔任集團 IT 服務提供者，另為確保集團資訊系統最佳化及安全性，考量管理效率和營運持續，相關資訊資產全數歸屬於母公司，惟

有關業務情報的資料同時分屬母子公司，考察時該部門表示這是經過漫長而艱辛的分析探討與溝通的結果。

5. 因應新電業法要求，本公司刻正規劃於 2023 年至 2026 年拆分為一家母公司及二家子公司(發電子公司、輸配售子公司)，資訊處目前負責公司整體資訊運維及推動業務，在公司組織轉型中擔任規劃母公司共享服務的示範單位，對於共享機制研討母子公司角色定位與業務分工，相較於中電公司，雖然其有公司法要求，但並無適用採購法之限制，基於管理面與成本面的綜效考量，仍維持現行運作機制與作業方式，作法上較本公司轉型更具彈性，本公司於組織轉型後仍肩負國營事業及穩定供電的職責，配合採購法要求，資訊處於規劃母子公司資訊業務分工及共享機制，則以必須以集團管理綜效建設之定位，歸零思考未來資訊服務的策略推動及共享服務機制，必須作適當分工，以達事權移轉給子公司，以利其專業經營及自主營運。
6. 日本政府針對大力推動的智慧電錶(SmartMeter, SM)，在相關標準與法規皆由政府主導，並由日本電氣標準委員會(Japan Electrical Standards Committee, JESC)協助訂定資安政策與架構，爰此，中電公司在 SM 推動上有所依循，進展相當順利快速，而台電公司的主管機關能源局，則訂有「智慧電網總體規劃方案」，以策略面指導台電公司在智慧電網相關業務的推展，至於推動架構及相關標準，則由本公司相關單位，依專業分工或循國際案例/標準辦理，目前我們依國際標準 NIST SP800-82 安全防護及 IEC 62443 資安架構等，規劃以三道防護強化智慧電網程控資安縱深，同時以安全監控中心(Security Operations Center, SOC)進行即時監控，且建立本公司之資安資訊分享與分析中心(Information Sharing and Analysis Center, ISAC)，與經濟部及行政院之 ISAC 進行跨單位跨部會的資安情資分享與聯防，以強化資安防護橫向廣度，俾提升智慧電網運維安全。